

APLICACIONS PER AL DISSENY PARAMÈTRIC DE MODELS ARQUITECTÒNICS

Eloi Coloma Picó
eloicoloma@practicaintegrada.com
ETSAB, juliol del 2006

Primera edició: Juliol del 2006

© Eloi Coloma Picó

Publicat per
Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica I
Secció de Geometria Descriptiva
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

ISBN-13: 978-84-95249-45-6
ISBN-10: 84-95249-45-6

Versió Electrònica a Color:

[http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/
Aplicacions per al Disseny Paramètric de Models Arquitectònics.pdf](http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/Aplicacions_per_al_Disseny_Paramètric_de_Models_Arquitectònics.pdf)

ÍNDEX

CONCEPTES GENERALS , 5

DISSENYAR AMB CAD PARAMÈTRIC , 13

APLICACIONS BIM ACTUALS , 17

AUTODESK REVIT COM A APLICACIÓ BIM , 23

BIBLIOGRAFIA , 35

APLICACIONS PER AL DISSENY PARAMÈTRIC DE MODELS ARQUITECTÒNICS.
CONCEPTES GENERALS.

DE LA REPRESENTACIÓ A LA PARAMETRITZACIÓ.

Des del moment en que es van començar a dissenyar edificis, l'arquitecte (o el seu equivalent de l'època) pensava en un edifici des d'un punt de vista global, o almenys així ho intentava. Per a fer-ho, emprava i encara empra representacions gràfiques o materials (maquetes) que evoquessin al model arquitectònic. Aquestes representacions gràfiques han anat evolucionant amb el temps tot implementant tècniques que augmentessin el rigor d'aquestes representacions i la seva correspondència amb el model arquitectònic que pretenen representar.

Amb l'arribada de la informàtica i els primers programes de CAD, es va produir una revolució en la potencia d'aquestes representacions bidimensionals gràcies al rigor d'aquestes eines i a l'elevat grau d'automatització que permetien en relació a les tècniques manuals. De fet, podríem dir que va ser el moment en que la revolució industrial es va poder aplicar al món gràfic. Sense entrar en la conveniència o no d'eliminar el dibuix manual com a eina de disseny, les aportacions del CAD al món gràfic vinculat a l'arquitectura són ja imprescindibles almenys en el camp de la generació de documentació de caràcter tècnic.

No obstant, els arquitectes que treballen amb les aplicacions de CAD bidimensionals ho fan essencialment de la mateixa manera que els seus avantpassats. Treballen amb entitats que automatitzen la representació del model, però que segueixen essent rectes, cercles, trames, etc. El problema és que aquesta mena de dibuixos segueixen sense guardar intrínsecament cap relació entre ells, es refereixen a un model arquitectònic tridimensional, però poden ser perfectament incoherents amb ell. Per això s'inverteix molt de temps en reduir els errors de coherència entre el model i les seves representacions. Per exemple, es procura que els alçats i els seccions coincideixin amb la seva representació en planta. Per això, sovint els arquitectes prescindeixen de la precisió en el dibuix de les representacions del seu model d'edifici per tal d'agilitzar les primeres fases de disseny. Això té l'inconvenient de que després aquestes incoherències resulten difícils de detectar i acaben amb la propagació d'errors en la documentació que descriu el model que alhora porten a errors en el seu disseny.

Amb l'arribada dels programes de CAD tridimensional es produeix una evolució equivalent però en el terreny de les representacions materials del model. La maqueta de fusta passa a ser digital, però la seva funció continua essent la mateixa. Naturalment, resulta una eina molt potent en la majoria dels casos i sobretot precisa, però també té el handicap de no poder-se tocar físicament, qualitat de la qual es pot prescindir, però que no deixa de ser apreciada. Només cal veure com ha evolucionat en els últims anys la tecnologia de les impressores 3D o dels sistemes de realitat Virtual. Aquestes representacions tridimensionals del model arquitectònic també ajuden a la coherència en el disseny arquitectònic ja que no presenten incoherències en les representacions que se n'obtenen: ja estan automàticament lligades al model, que es alhora una representació d'un model arquitectònic.

La limitació d'aquest recurs és que sembla demostrat que no es pot desenvolupar el disseny d'un edifici íntegrament en tres dimensions, sigui emprant models tridimensionals físics o electrònics, ja que, resulta inadequat per la molts dels anàlisis formals que es precisen en l'activitat de projectar.

Per exemple, per estudiar la composició d'una façana, únicament desitgem treballar amb la representació bidimensional d'aquesta en una projecció perpendicular al pla on es troba (suposant que sigui plana). La resta d'informació continguda no ens interessa i ens entorpiria l'anàlisi formal si hi aparegués. A banda d'això, necessitem controlar la representació de l'objecte per tal d'adequar-lo a les nostres intencions projectives, sovint fent petites trampes que ens permeten mostrar només allò que ens interessa.

Tal com saben aquells que ho han intentat seriosament, controlar la visualització d'un objecte tridimensional des d'aquests paràmetres és possible però massa complicat en relació a la senzillesa de la representació bidimensional no associada al model. Per altra banda, la formació en aplicacions CAD dels arquitectes tradicionalment ha estat molt deficient i de caràcter autodidacta en la majoria de casos.

De fet, en el camp del disseny industrial fa temps que s'han adonat d'aquest problema, però conscients dels avantatges del treball amb representacions tridimensionals han desenvolupat una nova generació d'aplicacions CAD que permeten seguir treballant amb un model tridimensional coherent però a través de representacions simplificades, ja siguin grafismes dièdrics bidimensionals, esquemes o simples dades numèriques. La clau està en que la vinculació entre el model i les seves representacions es bidireccional, és a dir, els canvis fets en una representació s'apliquen al model de manera automatitzada i d'aquest a la resta de possibles representacions generades. Per aquesta mena d'aplicacions el més important és definir correctament els paràmetres que realment controlen l'objecte, deixant les qüestions referents a la seva representació no productiva (la que únicament permet mostrar el treball a tercers i no controlar el model) en un segon pla. De fet, moltes de les peces industrials es fabriquen directament des del model paramètric sense estar mai representades en un plànol.

Per a que tal cosa sigui possible, les representacions no poden ser dibuixos extrets d'un model que simplement contingui informació respecte a la forma de l'objecte. És necessari deixar de treballar amb formes i passar a treballar amb objectes (que òbviament tenen forma). Si el que el dibuixa són representacions d'objectes

que interactuen de manera programada amb altres objectes, el software en qüestió sabrà com afecta el canvi aplicat a una de les representacions al modelat d l'objecte i a més, podrà propagar-ne les conseqüències a altres objectes. Per altra banda, els objectes poden ser més o menys parametritzables, de manera que el seu modelat es més ràpid que el manual. Per posar un exemple trivial, és més fàcil definir un cargol per les seves dimensions i tipus de rosca que modelar les superfícies helicoidals que defineixen la seva forma, i és més fàcil dir que genera encaixa en un forat practicat en una xapa determinada que modelar-lo. Si en un moment donat, necessitem veure la representació d'una secció que passi per l'encontre entre aquests dos objectes, li demanarem a l'aplicació que ho faci per nosaltres.

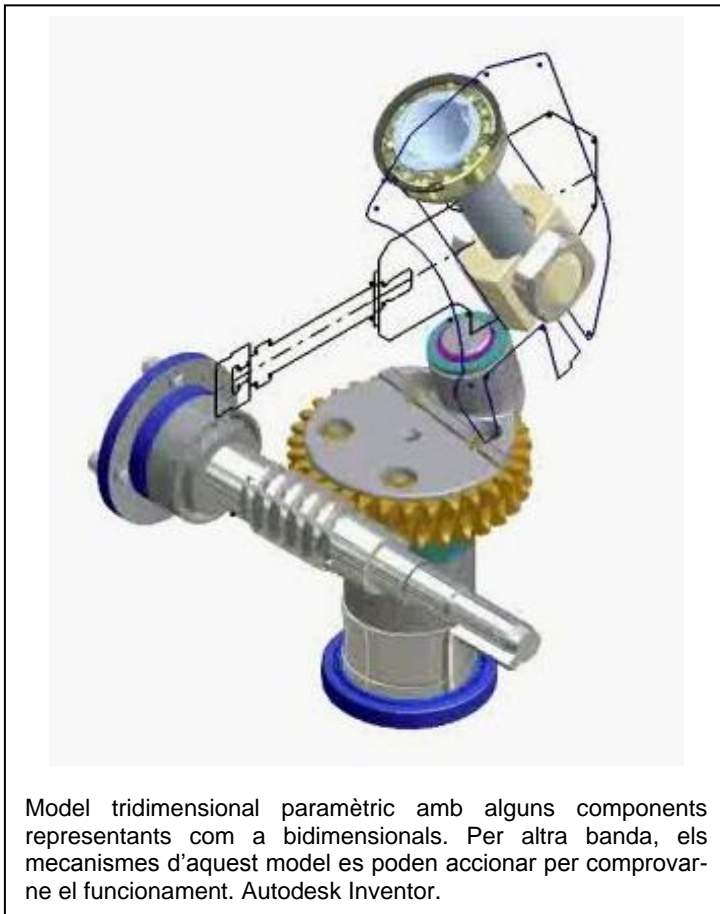
Aquest fet resulta força interessant en el camp de la història de la representació, ja que en aquest tipus d'aplicacions es veu més clarament s'observa el traspàs de la tasca de representar el model de l'home a la màquina. El dissenyador industrial ja no representa, manipula el model a través de representacions que li ofereix la màquina. Però ja em dit que aquestes representacions poden no ser gràfiques, sinó numèriques (pes, dimensions, nombre, material, etc) de manera que, la forma també es manipula a través de representacions no formals.

Finalment, també cal recordar que el modelat paramètric també permet extreure informació no gràfica que permeti valorar econòmicament la futura producció del model o ajustar-ne el disseny.

Com es d'esperar, aquesta manera de treballar fa temps que es prova d'implementar en l'àmbit del disseny arquitectònic amb força dificultat, però podríem dir que actualment ens trobem en el moment en que la migració massiva cap a sistemes CAAD (Computer Aided Architectural Design) paramètrics sembla força imminent. Els motius són diversos: Per una banda, el hardware necessari per executar de manera realment còmode aquesta mena d'aplicacions, molt més exigent que el recomanat per CAD convencional, està ara a l'abast de qualsevol usuari mig. Realment, no en fa gaire temps d'aquesta situació, posem un any, però en el món de la informàtica, les transformacions es produeixen de manera molt ràpida. Els Arquitectes no acostumen a posseir equips tan potents com els dissenyadors industrials, ni de bon tros. O sigui que, si els fabricants volien introduir aquesta mena d'aplicacions als despatxos i començar a competir entre ells, com a mínim havien d'esperar a que es comportessin de manera prou ràpida per a que el client no tingui la impressió que l'ús d'aquesta mena d'eines impedeix la plasmació immediata de les seves idees.

Però encara és més important la pressió de l'exigència de productivitat que exigeixen els promotors, sobretot immobiliaris. Actualment, és molt habitual demanar la redacció de projectes executius d'edificis grans en dos mesos, fet que, a banda, de requerir una gran eficàcia en la generació de documentació també dificulta el control de la qualitat d'aquesta.

Per altra banda, la importància de la ponderació de les qualitats numèriques dels projectes arquitectònics ha pres una gran rellevància. Actualment els amidaments i els pressupostos derivats d'aquestes són el veritable contracte d'execució de l'edifici i en els que es fixen els responsables d'executar-lo. El problema és que qualsevol canvi en el disseny formal dels edificis, que és el que principalment preocupa als arquitectes, afecta directament als pressupostos, que és el que preocupa als promotors. El problema és que aquestes canvis els ha de propagar manualment l'arquitecte i això, si es fa en poc temps, porta a molts errors que acaben perjudicant a l'autor. No podem oblidar doncs, que apart de la forma, un objecte arquitectònic posseeix molts altres atributs que són de gran interès pel client que encarrega el seu disseny. Però sovint no participen en el desenvolupament del projecte en igualtat de condicions respecte als formals perquè tradicionalment les eines de disseny de l'arquitecte es centren en terrenys de la representació.

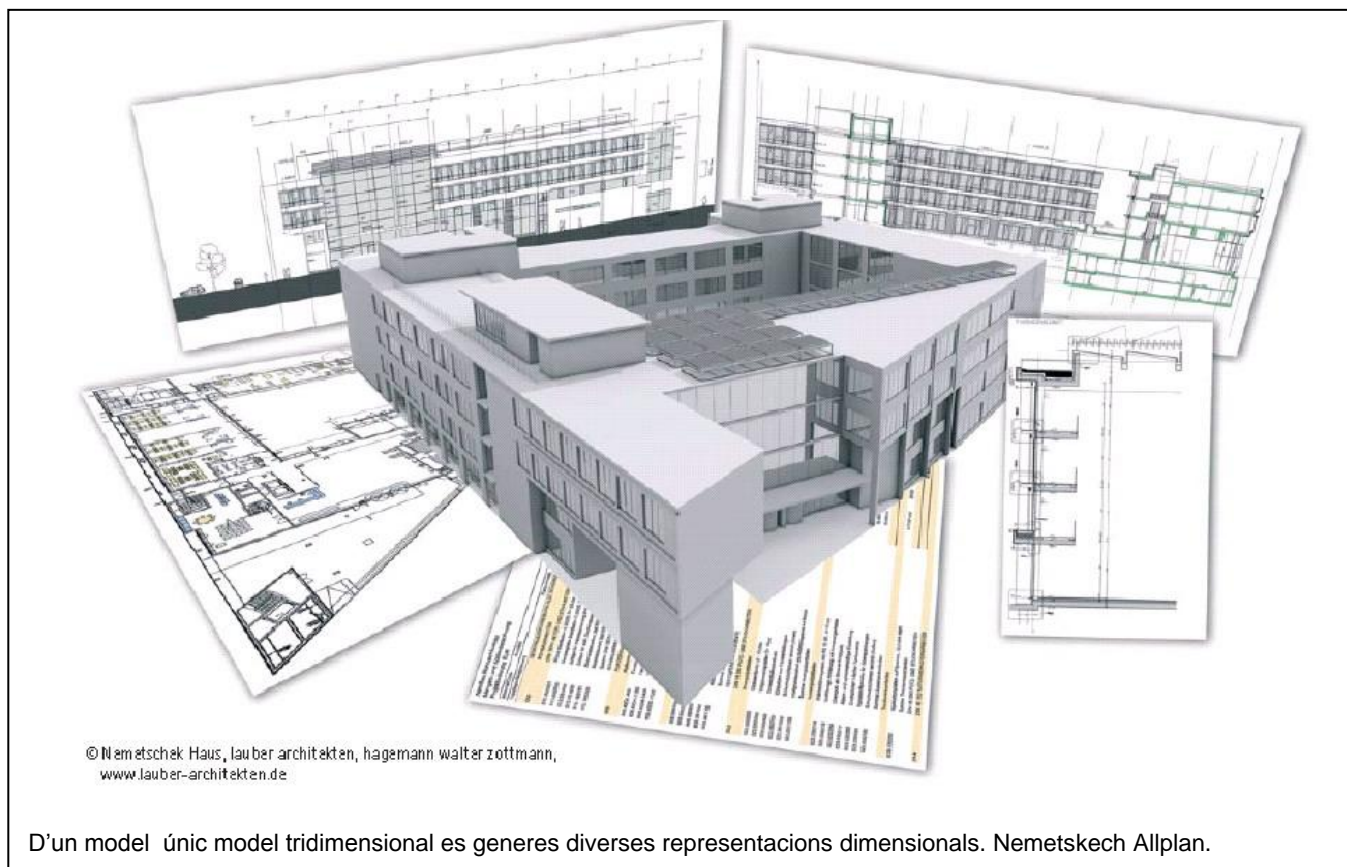


LES APLICACIONS BIM APLICADES AL DISSENY FORMAL.

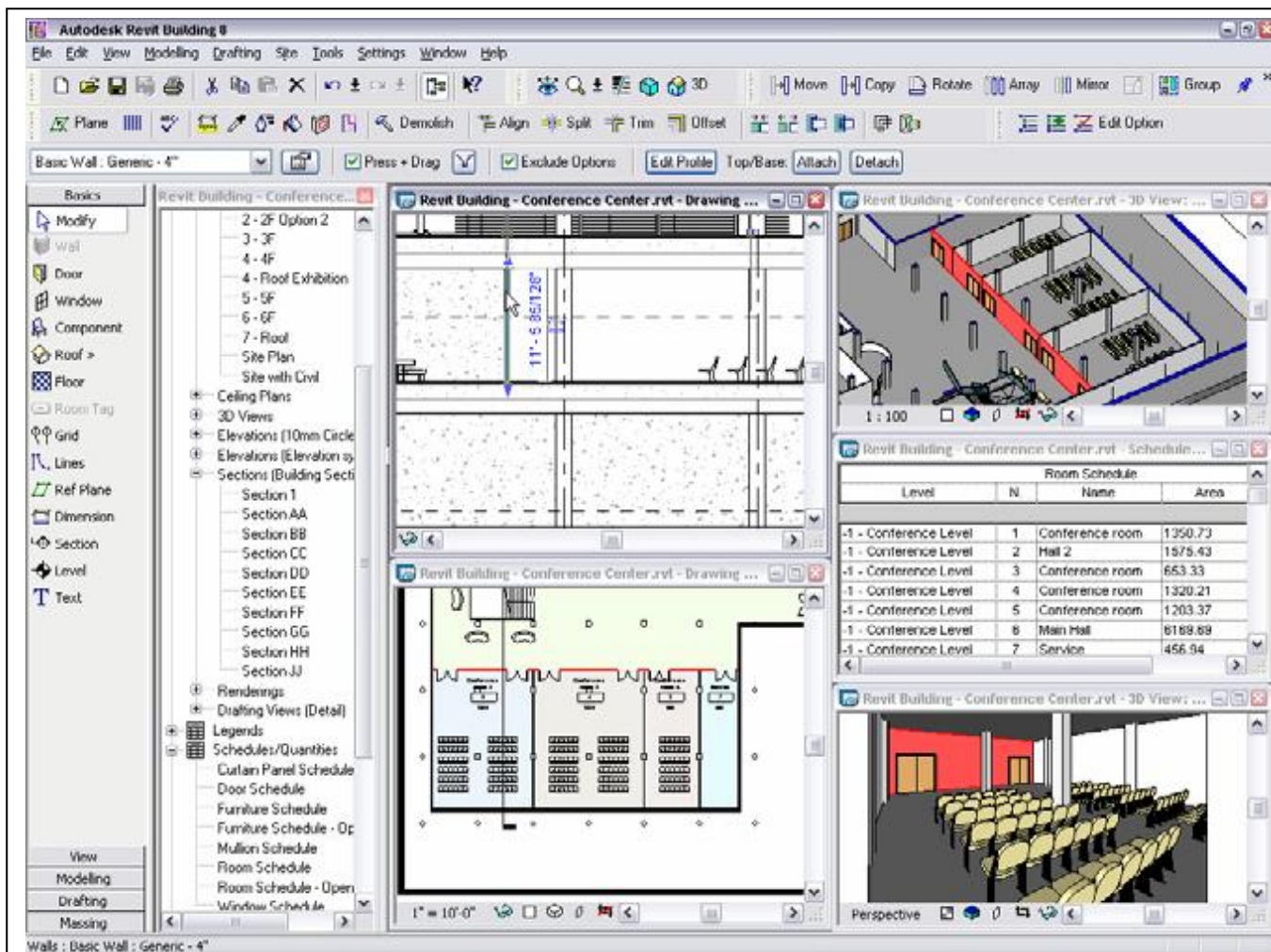
B.I.M és l'acrònim de "Building Information Modeler", és a dir, Modelador de d'Informació de l'Edifici, és el terme que actualment s'aplica per a definir de manera genèrica a les aplicacions de CAAD paramètriques. Òbviament hi ha força diferències entre elles però tots ells incideixen a facilitar el disseny de l'objecte arquitectònic a través d'elements paramètrics que es puguin ponderar i sobretot controlar, a banda de per les seves qualitats formals, per aquelles qualitats que els relacionen amb altres menes d'objectes. És podria dir que és l'equivalent a les eines de disseny industrial aplicades a l'arquitectura.

Per posar un exemple senzill, una paret es un objecte en principi prismàtic la forma del qual podem resumir en sis plans disposats seguint unes determinades proporcions. Però de fet, una paret es alguna cosa més que un prisma, ja que per exemple, sol estar vinculada a un dos forjats de tal manera que la seva alçària pot esdevenir un paràmetre derivat de la posició dels forjats que es situen per sota o per sobre d'ella. Per altra banda, si col·loquem una finestra en una paret, resulta inevitable haver de practicar-hi l'orifici corresponent al perímetre de l'obertura. Per tant, si la paret té la qualitat de deixar-se perforar per les finestres que s'hi vinculin, el dissenyador no ha de *dibuixar* la obertura per col·locar-hi una finestra.

Per altra banda, un cop treballem amb objectes, les seves representacions poden ser automatitzades, ja que totes es generen a partir d'un model tridimensional, tot permetent la manipulació de les seves característiques gràfiques.



Però de seguida cal adonar-se que per a que aquestes interaccions siguin globals, les aplicacions han de poder comptar amb tota la informació de l'edifici de manera més o menys simultània. De fet, algunes carreguen l'edifici en la seva totalitat i propaguen els canvis de manera simultània a tot els elements implicats. Naturalment, es pot seguir treballant dividint el model en parts però realment tracten l'edifici com un objecte complet i unitari.

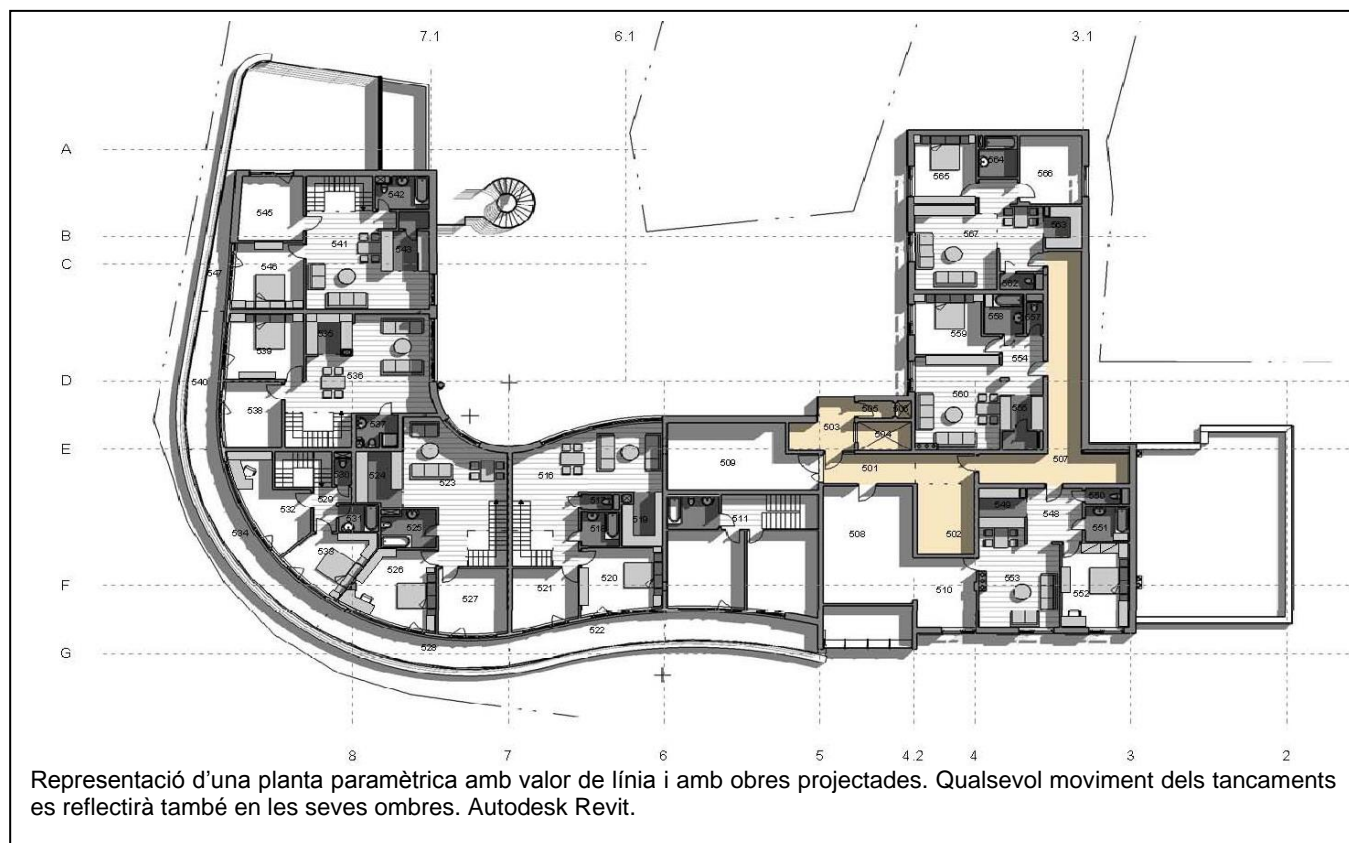


Model arquitectònic unitari. Es mostren vistes tridimensionals interiors i bidimensionals (planta i secció) en les que es selecciona un objecte, el qual es ressaltava en vermell. Autodesk Revit.

De tota manera, cal destacar que, al contrari del que es pugui pensar, aquesta mena de software no està pensat per emprar elements estandarditzats i unir-los l'un amb l'altre, ja que és evident que tal mena d'aplicacions no tindrien futur en un context en que encara es considera l'edifici com un objecte únic d'elaboració artesanal. Al contrari, el que busquen és la màxima llibertat en el disseny amb el màxim de control dels paràmetres dels objectes. Per exemple, en el model paramètric d'un forjat seria convenient poder incloure les capes que el componen com ara l'estructura, l'aïllament i el paviment. Però el seu perímetre ha de ser el que el projectista desitgi i a més ha de permetre treure o posar capes segons les necessitats. El mateix es pot traslladar a altres elements com les baranes, les escales, les parets o les inclús les anotacions. Es tracta de poder escollir un estàndard i optar per personalitzar-lo però sense haver de recórrer a elements *prefabricats*. El que sí que es generen, òbviament, són biblioteques d'elements fàcilment ajustables en les seves dimensions com ara finestres i portes, de tal manera que només es dissenyi un tipus d'element i per a després adaptar-lo al les mides que es necessitin.

Naturalment, també poden incloure elements dibuixats o modelats sense vinculació paramètrica que, segons cada aplicació, conviuran de manera més o menys armònica amb la resta d'objectes.

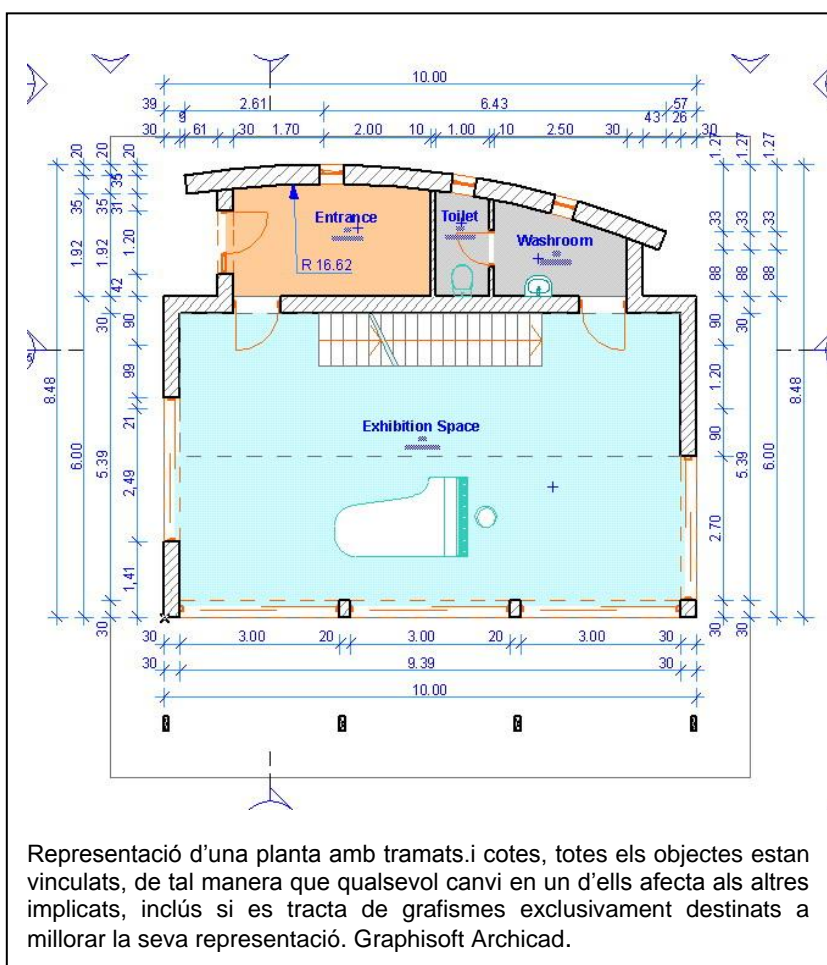
Un altre aspecte important és el del control de la representació del model. Tradicionalment, els arquitectes han cuidat molt les representacions dels seus edificis ja que aquests *vivien* en ells. Allò que no es representava, únicament existia en la ment del projectista. Però amb els models paramètrics tridimensionals, els models arquitectònics existeixen amb independència de les representacions que se'n facin i això és un canvi important. Però a banda d'això, el model també pot contenir informació relativa al control de la seva representació, fet que també pot ajudar a millorar les representacions tècniques actuals, sovint molt descuidades per la manca de temps disponible per a executar-les.



Tanmateix, alguns d'ells permeten editar les representacions in-situ, com si es tractessin de simples d'entitats lineals, de manera que la possibilitat de control de la visualització del model millora considerablement. Podríem dir que el grafisme, que abans era el que descrivia el model, ara passa a ser-ne un atribut més.

No hem de perdre de vista que dissenyar un edifici no es el mateix que dibuixar d'edificis. Una aplicació BIM permet desvincular definitivament el disseny del dibuix. De fet, recupera el nivell d'abstracció del dibuix manual, ja que la literalitat entre el dibuix i el model de les eines CAD no paramètriques es perd en favor d'una eina que permet visualitzar el model a través de dibuixos que el representen amb certa independència respecte al nivell de definició de objecte.

Per altra banda, les posicions dels elements també es defineixen, si es vol, en relació a d'altres, de la mateixa manera que passa quan es pensa l'edifici. Una finestra, per exemple, es pot disposar a una determinada distància respecte a un envà contigu o centrada en un parament, de tal manera que la seva posició relativa esdevingui un paràmetre.



BIM DES DEL PUNT DE VISTA DE L'ESTIMACIÓ DE COSTOS.

Fins ara, hem estat parlant de l'ús d'elements paramètrics en el disseny arquitectònic des d'un punt de vista bàsicament formal, però ja s'ha comentat que actualment els factors de ponderació de costos de producció (amidaments i pressupostos) i de funcionament (sistemes de circulació, àrees, logística d'equipaments), són d'una gran importància per l'arquitectura. Es demana que un edifici compleixi amb tota mena de requisits funcionals i normatius i que amés sigui eficient energèticament i econòmicament.

Per això, la quantitat de comptes que implica el disseny arquitectònic és cada cop més abundant i augmenta en la mateixa proporció que l'exigència del seu rigor. Per això, aquesta mena d'aplicacions permeten vincular, amb més o menys facilitat, les qualitats ponderables dels elements que formen el model amb bases de dades que alhora es poden lligar a programes d'amidaments i pressupostos. La generació de taules de fusteries o el recompte de metres cúbics de formigó és automàtica ja que l'aplicació sap quins elements del model amb que es treballa són finestres i quines parets estan fetes de formigó i quines dimensions tenen.

Door List								
Door Name	D1 10	D1 10	D1 10	D1 Entrance side 1 10	D1 Entrance side 1 10	D2 Sitting 10	D2 Sitting 10	D2 Sitting 10
Quantity	1	1	1	1	1	1	1	3
To Room Number	02	04	04					
Wx H Size	0,90x2,10	0,70x2,10	0,90x2,10	1,20x2,40	1,20x2,40	2,70x2,40	2,70x2,40	3,00x2,40
Orientation	R	R	L	L	L	L	R	R
Door sill height	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00
Door head height	2,10	2,10	2,10	2,40	5,40	2,40	2,40	2,40
2D Symbol								
3D Front View								

Taula autogenerada de les fusteries d'un altre petit edifici. Inclou el grafisme de l'objecte en planta i secció.
Graphisoft Archicad.

Com en el cas de les representacions, la informació numèrica sempre és bidireccional, per exemple, generalment les aplicacions permeten el canvi d'un objecte per un altre simplement seleccionant-lo d'un llistat. Es tracta d'un canvi potser més revolucionari que el trencament del binomi representació - objecte, ja que la forma s'altera no des de una representació formal, sinó des d'una de numèrica.

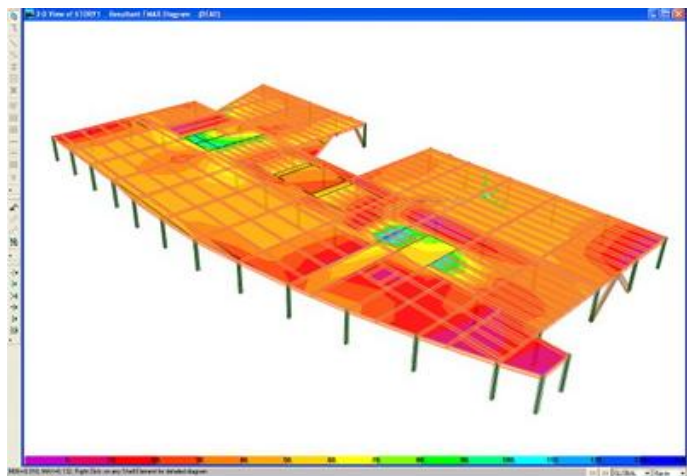
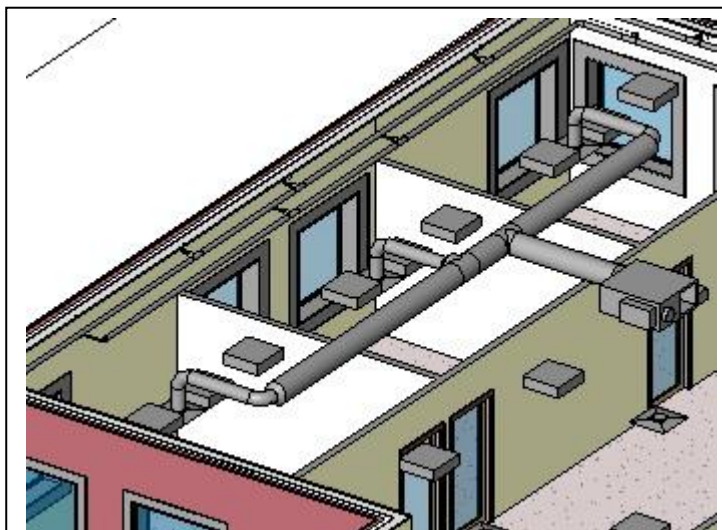
Window Schedule					
Type Mark	Finestres	Width	Height	Level	Count
29	Picture-Side Casements_M: 1850 X 1200mm	1850	1200	Level 1	3
30	Picture-Side Casements_M: 3050 X 900mm	3050	900	Level 2	3
31	Picture-Side Casements_M: 4500 X 900mm	4500	900	Level 2	1
32	Picture-Side Casements_M: 1800 X 900mm	1800	900	Level 2	2
33	Picture-Side Casements_M: 3050 X 1200mm	3050	1200	Level 1	3
Grand total: 12					

Taula autogenerada de les portes d'un petit edifici. S'observa el desplegable que permet canviar un tipus per un altre. Autodesk Revit.

Però de fet, resulta encara més decisiva la capacitat de repercutir els canvis realitzats en el disseny d'un edifici al pressupostos, tasca molt complicada de fer de manera manual, donada la dificultat de rastrejar les partides afectades un cop elaborat tot el document.

EL FUTUR DE LES APLICACIONS BIM.

El fet de treballar el model arquitectònic (edifici) a través dels seus components d'un porta inevitablement a la idea d'anar incorporant cada com més menes d'objectes al model. És fàcil imaginar components que defineixin els tancaments o l'estructura d'un edifici però n'hi ha d'altres, com per exemple els de les instal·lacions. De fet, el disseny per objectes d'aquesta mena d'elements s'ha desenvolupat en els últims anys sobre aplicacions CAD genèriques amb força èxit. És el que es coneix amb el terme MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing Systems) i al igual que passa amb el BIM, s'ocupa de dibuixar els components que integren les instal·lacions amb elements paramètrics, de tal manera que no sigui necessari dibuixos *de representació* suplementaris.



MEP i càlcul estructural sobre una aplicació BIM

Ara però, es comencen a implementar sobre aplicacions BIM, integrant-se en el model paramètric general amb la intenció de permetre que els diferents professionals especialistes que intervenen en el disseny de l'edifici, arquitectes i enginyers, puguin treballar sobre una mateixa plataforma BIM i alhora, evitant així la discontinuïtat en la generació de documentació en una direcció o altra.

L'objectiu és que les aplicacions BIM acabin sent plataformes de bases de dades que integrin tota la informació de l'edifici, sigui formal, estructural, tecnològica o funcional per a que pugui ser dissenyada, auditada o estudiada per tota mena de professionals, inclosos els calculistes d'estructures, per als quals també comencen a haver aplicacions paramètriques sobre BIM.

De tota manera, no s'ha de pensar que el disseny arquitectònic deixarà de desenvolupar-se en un entorn multi-CAD. Al contrari, el que haurà de millorar és la capacitat de les aplicacions BIM d'integrar geometries e informació generades amb software especialista. Per exemple, elements formalment molt complexos s'hauran de modelar amb aplicacions de modelat avançat per a després incorporar-les al model BIM de manera que, almenys, en participi de manera coherent amb la resta de components.

Les aplicacions BIM volen ser, un suport multidisciplinari que sigui capaç de coordinar dades de molt diferent naturalesa, tal com passarà finalment en l'edifici construït, tot treballant directament amb el model tridimensional, de tal

manera que es pugui consultar qualsevol aspecte del projecte i no únicament aquell que estigui expressament explicat en representacions que són, per força, limitades. Per altra banda, encara han de acabar de desplegar-se i fer-se més flexibles del que són per a que cada cop sigui més senzill el seu maneig a nivell d'usuari, doncs és evident que el seu nivell de sofisticació es molt més elevat que les aplicacions de CAD genèric.

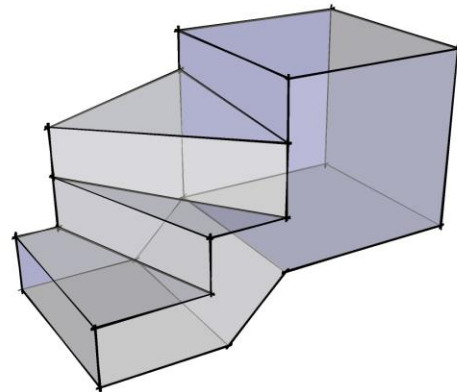
APLICACIONS PER AL DISSENY PARAMÈTRIC DE MODELS ARQUITECTÒNICS.
DISSENYAR AMB CAD PARAMÈTRIC.

EL DIBUIX MANUAL EN EL DISSENY.

Des de l'aparició de les primeres eines de CAD, hi ha hagut la discussió sobre la idoneïtat d'aquestes aplicacions com a eina de disseny ja que es suposava que limitaven la creativitat del dissenyador ja que eliminaven l'expressivitat del seu dibuix. Amb el pas del temps, les aplicacions CAD han anat millorant en facilitat d'ús i en expressivitat. Aquest fet, unit amb l'indiscutible augment de productivitat que el seu ús comporta, a obligat als arquitectes a incorporar el seu ús en la seva producció de tal manera que, actualment, la seva implantació és absoluta.

No obstant, es dona la paradoxa que la majoria dels arquitectes, sobretots aquells que van aprendre l'ofici amb estris manuals, continuen pensant que, per a dissenyar, el millor és el llapis i la mà. Delegant l'eina de CAD al camp de la representació tècnica. No estic parlant de l'obsoleta tècnica dibuixar a mà per després passar a net, sinó de treballar aquelles qüestions en les que la creativitat és un factor important a través de tècniques manuals més o menys allunyades del rigor del dibuix tècnic.

Aquesta tendència a anat canviant a mesura que els professionals iniciaven la seva formació emprant ja eines digitals, però tot i així, encara predomina la idea de que el dibuix de CAD no resulta el mitja idoni per a la creativitat en el disseny arquitectònic. Es pot pensar que es per una raó merament cultural, però fins i tot la majoria dels que sempre han defensat l'ús d'eines digitals en tot el procés dels disseny, reconeixen que el dibuix manual té una immediatesa i un grau d'abstracció que superiors a les eines que empen.



Model generat amb @Last Sketch-Up sense introduir ni un sol valor numèric i amb aparència de dibuix manual.

Potser una de les claus d'aquest fenomen està precisament en el disseny per objectes. Quan hom dibuixa manualment representacions d'un model, necessàriament està treballant amb representacions d'objectes que el componen, ja que escull les més apropiades per a la ocasió. La fidelitat dimensional o projectiva del dibuix passa a allò que interessa en cada moment. Per això una paret fàcilment esdevé una única línia gruixuda i les ombres s'apliquen allò on ens ajuden a veure millor un problema. Com que el dibuix no s'ha d'ensenyar a ningú, es crea allò estrictament necessari i no es perd el temps amb futeses. En canvi, quan es prova de fer això amb eines de CAD tradicionals no s'aconsegueix aquesta economia de recursos. Les rectes són perfectament rectes i hom diu que troba a faltar la *brutícia* del dibuix a llapis. No és això, el que passa es que el traç analògic és un veritable símbol per a nosaltres i el vectorial no. Els més informatitzats, però, tendeixen a emprar eines de CAD tridimensional, ja que almenys tenen l'avantatge de poder treballar amb el model complet i coherent. El temps inicial es més llarg, però, amb un mínim de domini de l'eixa, podem analitzar el problema en la seva globalitat.

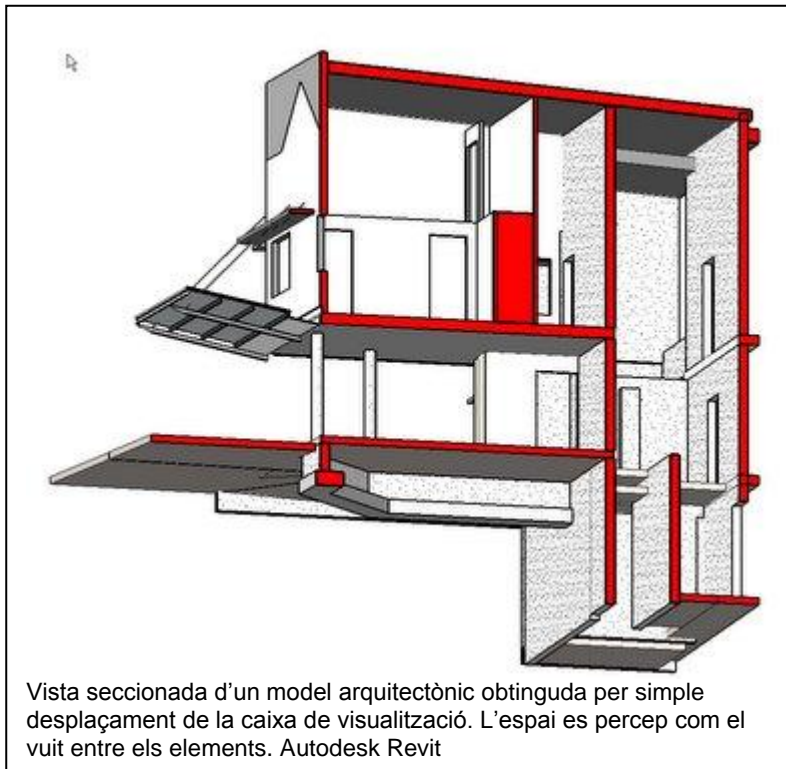


Vista pintada directament sobre un modelat tridimensional tot emprant la seva geometria. Informatix Piranesi.

De fet, en els últim anys s'ha avançat molt en el desenvolupament d'eines que permeten literalment *manufacturar* els volums o *pintar-los*. Sembla que es busqui solucionar el problema de la falta d'espontaneïtat de les aplicacions de CAD tècnic a través d'una nova generació de software pensada per a fer tan senzill el modelat i la seva representació, que tots els esforços es poden concentrar en el procés creatiu. El cert és que actualment no cal saber dibuixar per a gaudir de representacions suggerents que ens ajudin a pensar en l'objecte que dissenyem, ja que podem treballar amb models fets de manera extremadament *manual*. En comptes d'introduir dades precises per teclat, els perfils s'estiren i es retallen a ull i després es pinten sense haver-hi de posar massa cura. El curiós és que la freda coherència matemàtica del model es segueix conservant, però a nosaltres se'ns ofereix una interface aparentment analògica. L'objectiu es reforçar la idea de que el que estem dibuixant no es un producte acabat sinó un objecte en procés d'evolució.

BIM COMA EINA DE DIBUIX

Però encara hi ha una altra manera d'enfocar el problema de l'abstracció que es precisament la que passa pel treball amb objectes. En aquest cas es tracta d'aconseguir la immediatesa en la representació de l'objecte amb l'ús de entitats que ja porten implícita la seva representació i la interacció amb altres entitats. Per dibuixar un tancament determinat no cal perdre el temps dibuixant dues rectes paral·leles o modelant un prisma, el que fem es *crear l'objecte* tancament amb les eines més adequades. Com que es tracta d'un tancament, arribarà sempre a un objecte Forjat, de tal manera que la relació conceptual entre tancament i forjat esdevindrà natural i automàtica. Treballar amb una eina que regeix els objectes sota regles semblants a les que nosaltres desitgem té moltes avantatges des del punt de vista del disseny conceptual. No es perd fluïdesa en el procés creatiu verificant que, efectivament, el tancament arriba al forjat, sinó que simplement ens podem ocupar directament de qüestions veritablement formals com, per exemple, que decideixi si passa per davant d'ell o en queda interromput.



Vista seccionada d'un model arquitectònic obtinguda per simple desplaçament de la caixa de visualització. L'espai es percep com el buit entre els elements. Autodesk Revit

Per alta banda, el concepte d'espai no s'ha de generar explícitament sinó que queda implícit entre els tancaments que el delimiten, en qualsevol moment el podem veure en qualsevol situació i analitzar les diverses relacions que el defineixen.

Naturalment, qualsevol model tridimensional generat per una aplicació CAD té aquestes prestacions però la diferencia és que el modelat es regeix més per relacions entre les peces que per qüestions dimensionals. Cada peça d'un objecte comença i acaba en una altra peça o en pla o cota de referència (que no deixa de ser també una mena de peça). Per exemple, un fonament no té sentit si no hi va a parat un pilar, o una nansa no es dissenya sense pensar que subjecta alguna cosa.

Per altra banda, quan es treballa amb aplicacions BIM, la representació es més que mai una eina per al disseny i no pas un mitjà indispensable.. Podem treballar la distribució del les obertures d'una façana des de la seva composició en alçat sense haver-nos de

preocupar de cap altre aspecte. Si ho desitgem, podem canviar el punt de vista però les relacions que establim en aquesta representació romandran vinculades.

REPRESENTACIONS NO MODELADES.

Ja hem dit que els objectes es representen segons cada necessitat, però fins al punt que pot semblar que determinats elements estan modelats tal i com estan representats i no estar-ho. Un cas típic és els dels tancaments o forjats compostos de varies capes (estructura, acabats, cambres d'aire, etc). En realitat, el model està format per simples prismes de perímetres més o menys regulars, però, quan el seccionem, surten a la vista la representació de les seves capes, fet que ens fa creure que estan modelades. Però això seria molt poc eficient ja que estaríem arrossegant informació gràfica que la majoria dels casos no es mostraria. En comptes d'això, el que es fa es generar automàticament la representació corresponent al model multicapa que es mostraria si el seccionéssim en aquest punt. És



La paret no està modelada en les seves 6 capes ni el forjat en les seves tres, sinó que s'autodibuixa la seva representació seguint la jerarquia indicada (el paviment arriba al nucli de la paret).

un bon exemple de com el BIM empra informació formal no modelada per a fins representatius. Tampoc ha estat dibuixada prèviament, sinó que es genera per a la ocasió, permetent a l'arquitecte comprovar i explicar el funcionament intern de les diverses capes (disposició relativa i gruix). Naturalment, es poden dibuixar manualment les representacions que més ens convinguin de cada objecte, però conceptualment parlant, el més interessant es que aquestes es generin a partir d'especificacions de disseny, que es el que realment constitueix l'essència del projecte arquitectònic.

LA SOLUCIÓ DELS DETALLS CONSTRUCTIUS:

El nivell de detall de la informació formal que pot emmagatzemar un model paramètric és limitada i encara cal recórrer als clàssic detalls constructius per a descriure l'objecte arquitectònic. Per el moment, el model tridimensional paramètric pot arribar a un nivell de detall molt adequat per a representacions fins a una escala de 1/50 aproximadament. Per altra banda, a una *resolució* major, la quantitat de relacions entre els objectes que hi participarien faria el modelat de la seva informació excessivament complexa.

Però de fet, això no es cap inconvenient, ja que la majoria d'encontres entre les peces petites que conformen el elements paramètrics s'encaixen de manera automàtica i coneguda per aquell que els muntarà en l'edifici construït. Hem de recordar que els detalls constructius haurien de tenir la funció d'especificar allò que és necessari especificar amb major detall, no augmentar la resolució de tota la documentació de l'edifici. Per altra banda, els detalls constructius permeten descriure correctament aquells elements que no s'hagin pogut modelar convenientment amb elements paramètrics. Per posar un exemple, pot resultar més útil modelar la informació la barana d'una escala de manera aproximada per a que aparegui a la documentació de tot l'edifici i després detallar la seva composició amb un detall constructiu (bidimensional o tridimensional).

Tot això noi vol dir que les capacitats BIM no es puguin aplicar aquest camp, La majoria de components que participen en un detall constructiu són perfectament parametritzables tant en les seves característiques formals com alfanumèriques. Així, un maó ja no es un rectangle amb una trama, sinó que es tracta d'un rectangle amb unes mides que es poden canviar de manera automàtica, i amb una anotació que sempre és la mateixa. És absurd dibuixar i anotar manualment elements que es repeteixen en diferents detalls quan sabem que es tracta de la mateixa peça.

Per altra banda, els detalls també poden servir per modificar certes representacions automàtiques del model de tal manera que s'ajustin als nostres desitjos i vincular-los a determinades posicions en el model.

APLICACIONS PER AL DISSENY PARAMÈTRIC DE MODELS ARQUITECTÒNICS.

APLICACIONS BIM ACTUALS.

TIPUS D'APLICACIONS BIM:

El cert és que no hi ha un gran nombre d'aplicacions en el mercat, ja que es tracta d'un tipus de software molt costós d'elaborar i que precisa de molt servei post venda. Totes elles, o bé porten molt anys en el mercat, o es estan desenvolupant-se de la mà de grans companyes de CAD generalista. Des dels punt de vista del seu motor paramètric hi ha dos grans grups d'aplicacions BIM que tenen orientacions diferents depenent d'aquest factor.

a) *BIM implementat sobre CAD genèric.* Es tracta d'aquelles aplicacions que han acabat implementant sistemes BIM que es superposen a aquestes aplicacions de manera més o menys transparent. Tenen l'inconvenient de que el seu funcionament no es tan coherent ni fluid com els BIM nadius ja que s'han d'adaptar al motor i estructura dels seus hostes. Segueixen emprant capes per a organitzar el dibuix i mantenen una estructura de fitxers dispersa i la seva interface és força complexa. En canvi, tenen l'avantatge de permetre una migració cap als sistemes BIM molt més flexible i modular. El grau d'implementació de BIM pot fer-se al nivell i en el camp que es desitgi. Per exemple, es pot emprar BIM només per mantenir la consistència dimensional entre plantes, seccions i model tridimensional, però seguir treballant-les independentment o aprofitar les seves característiques per millorar el rendiment dels amidaments. Tot això amb la comoditat de seguir treballant amb la mateixa aplicació de sempre de manera totalment transparent, amb els avantatges de col·laboració multidisciplinar que això implica.

Estan dintre d'aquest grup Autodesk Architectural Desktop i Bentley Architecture, Els dos funcionen sobre els motors de CAD genèric més extensos del món (tot i que, dels dos, AutoCAD és el que domina clarament el mercat). Van nàixer amb la intenció de competir amb les aplicacions de CAAD BIM, les quals amenaçaven amb treure quota de mercat als CADs genèrics.

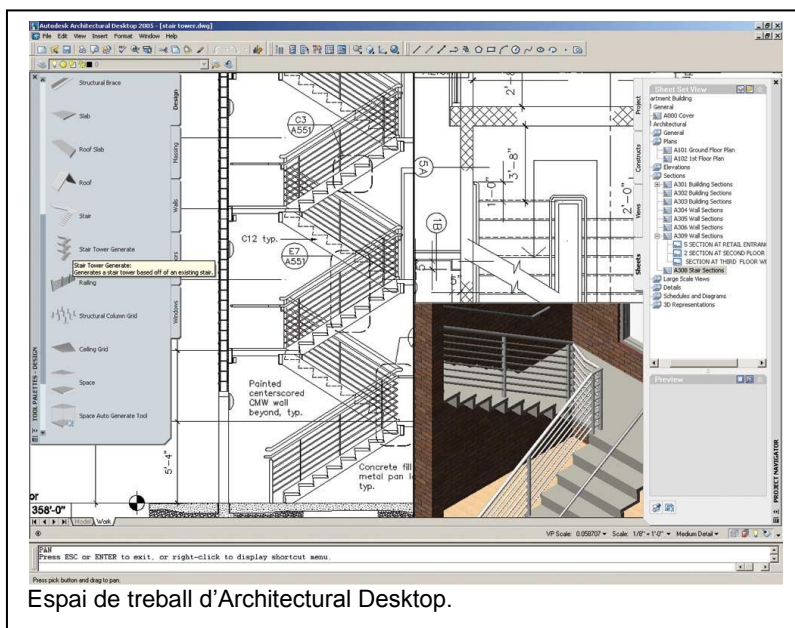
b) *BIM natiu.* Amb més antiguitat, en general, que els BIM implementats, existeixen les aplicacions creades amb la intenció de treballar amb BIM des del principi. Naturalment són molt més coherents i potents que els BIM implementats però tenen l'inconvenient que la migració des de un software CAD genèric cap a ells resulta més complicada. Tots ells permeten treballar amb arxius provinents d'aquestes aplicacions però sempre amb certes limitacions, com per exemple, el fet que no es pot treballar en BIM amb informació no-BIM. Per altra banda en general, resulta més difícil incloure informació no BIM en aquesta mena d'aplicacions. Tots ells tenen una estructura d'arxius coherent amb el concepte de bases de dades. És a dir, els projectes es gestionen de manera integral i sovint es concentren en un sol arxiu o carpeta.

Estem parlant de les aplicacions Graphisoft ArchiCAD, Nemetskech Allplan, Vectorworks Architect i Autodesk Revit. Els dos primers fa quasi uns vint anys que són al mercat i tenen una antiga i gaudeixen abundosa comunitat d'usuaris. L'últim és un software molt més jove amb menys usuaris però és el que té una orientació més avançada.

AUTODESK ARCHITECTURAL DESKTOP

Autodesk (nascuda al 1982) va començar a desenvolupar al voltant de 1997 programes paramètric 2D destinats al disseny mecànic a i més tard va desenvolupar Architectural Desktop amb moltes dificultats. Per solucionar-ho va absorbir la empresa Revit Inc. Amb la qual cosa va incorporar a les seves files el programa Revit (per a construcció) mantenint Inventor (per al disseny mecànic), que estava al mercat des de 1999. Les sinèrgies derivades d'aquesta nova adquisició van permetre millorar molt Architectural Desktop i Inventor, de tal manera que a partir de la versió 2004 (la cinquena) aquesta aplicació va començar a ésser considerada com a útil.

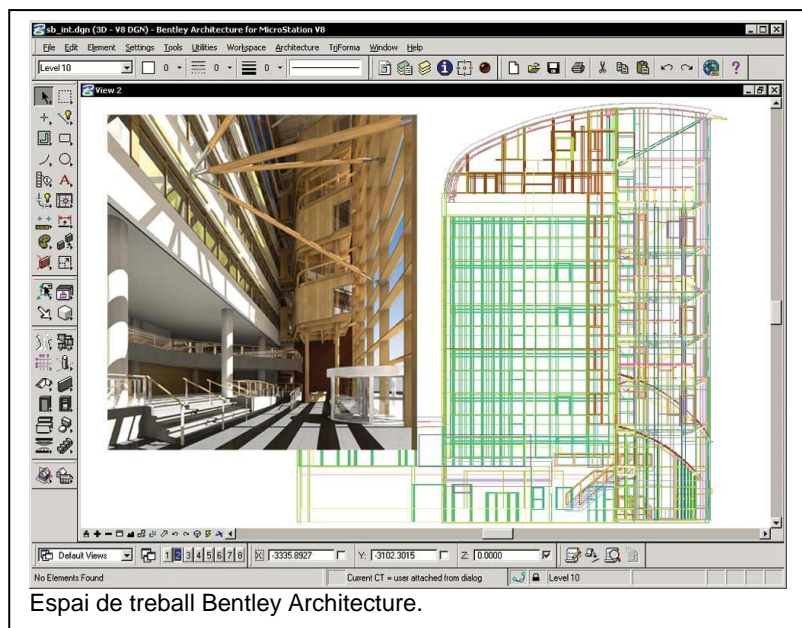
Degut a agressives campanyes de promoció i a la seva total compatibilitat amb l'ampli ventall d'aplicacions CAD especialitzades de l'empresa, en poc anys ha aconseguit fer-se amb la majoria del mercat. Actualment es pot dir que es una aplicació força vàlida però que pateix en excés l'obsolet motor d'AutoCAD i continua essent



comparativament molt més complexa de fer anar que altres aplicacions BIM. Per altra banda, el seu consum de memòria es, si més no, espectacular. No obstant, el seu índex de productivitat és molt alt ja que permet distribuir la documentació entre diversos usuaris e implementar BIM de manera totalment escalable als projectes. Per a un usuari d'AutoCAD la migració és relativament senzilla. La documentació de suport, així com els fòrums relacionats existents a Internet són molt extensos.

No obstant, és l'única aplicació BIM que és unidireccional. És a dir, el model virtual no pot ser editat a través de totes les vistes que se n'extreuen i amés, moltes d'elles han de ser regenerades per reflectir els canvis fets al model.

BENTLEY ARCHITECTURE

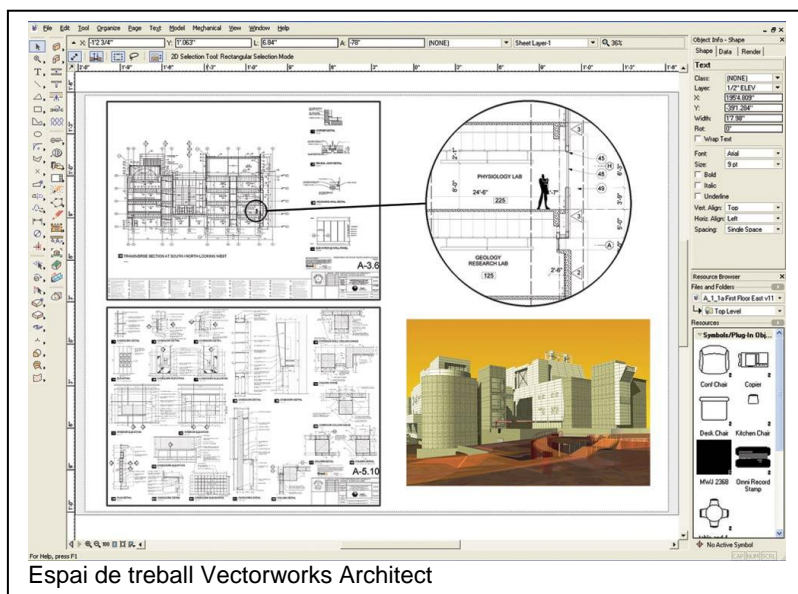


Es tracta l'equivalent a l'anterior però sobre el motor de Microstation. Per tant, gaudeix dels avantatges d'aquest i pateix els seus inconvenients. Per una banda, com a aplicació de CAD Microstation és molt més potent i coherent, amb un ventall de possibilitats molt més àmplies, però per l'altre, el nombre d'usuaris que el coneixen i el seu suport, sobretot a Espanya, és molt més limitat en relació l'anterior. No obstant hi ha grans firmes internacionals que l'empren per a dissenyar edificis i amés té l'al·licient de suportar de manera força transparent els fitxers d'AutoCAD.

Per altra banda, cal remarcar que, a diferència de Desktop, aquesta aplicació si que és bidireccional, o sigui que es pot treballar de manera sincronitzada en el model tridimensional o en qualsevol de les seves vistes.

VECTORWORKS ARCHITECT

VectorWorks Architect fou desenvolupada per Nemetschek North America, que es una empresa independent però subsidiària de Nemetschek Europa. Segons el mateix fabricant, està orientat cap a empreses mes petites amb projectes menys complexos, fet que justificaria el fet de ser la menys costosa de totes. La seva filosofia es oferir un programa senzill amb una extensa llibreria d'objectes que permetin al dissenyador treballar sense gaires complicacions sempre que el que vulgui fer no s'escapi de les possibilitats de l'aplicació. No obstant, tot i que el programa crea un model tridimensional acurat, també compta amb bones eines de dibuix 2D per a l'elaboració de detalls constructius o esquemes.



Te la peculiaritat d'estar molt orientat a incloure etiquetes als elements que continguin informació relativa al materials, fabricants o al preu que després pot ser revisada per crear taules, etc vinculades al dibuixos. També, incorpora avançades eines de modelat basats en NURBS, fet que també el diferencia dels seus competidors i li permet treballar amb formes molt més lliures que la resta. També inclou un bon motor de renderitzat i es capaç perfectament compatible amb els formats de DXF and DWG

GRAPHISOFT ARCHICAD

ArchiCAD es el software per al disseny perimètric d'arquitectura plenament BIM més antic dels tres i per això té l'avantatge de tenir una bon bagatge tècnic a les seves esqueses. Hi ha milers d'usuaris que l'empren i existeix un relativament ampli ventall d'aplicacions de tercers fabricant que el complementen. Nascut per a l'entorn Macintosh, el seu origen es remunta a temps en els que no es podia pretendre que tota la documentació gràfica d'un projecte fos paramètrica i per aquesta raó inclou nombroses eines de CAD tradicional. De fet, tot i estar actualment plenament enfocat cap al BIM, està pensat per a complementar a mà de manera senzilla les representacions extrems dels models paramètrics. Es a dir, confia en un cert nivell de post procés en el dibuix d'aquesta documentació. Això també passa en les altres dues aplicacions, però en aquesta es més acusat.

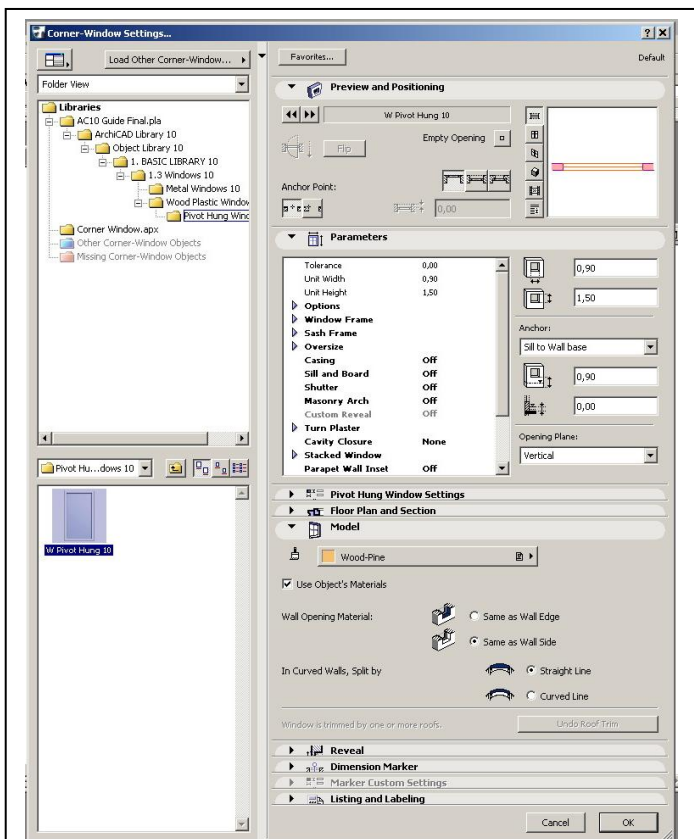
Possiblement aquesta ha estat la base del seu èxit fins ara, ja que, al igual que amb les aplicacions BIM implementades, l'usuari sempre ha pogut confiar en les eines CAD no paramètriques per a sortir del pas.

Actualment es tracta d'una aplicació coherent i estable, amb una organització del model calcada de la de Revit, però que conserva la flexibilitat del sistema de capes (amb assignació automàtica). Treballa amb un arxiu únic amb possibilitat d'accés simultani que conserva les llibreries d'objectes. Al igual que Allplan, els seus elements paramètrics tenen un gran nombre d'opcions que busquen cobrir totes les necessitats de disseny de l'usuari, fet que, a la pràctica, aconsegueix en la majoria de casos. Els objectes paramètrics, però, han d'estar preparats prèviament amb eines que exigeixen coneixements de programació, tot i que les que ja existeixen actualment i la seva flexibilitat són suficients per a la majoria dels casos.

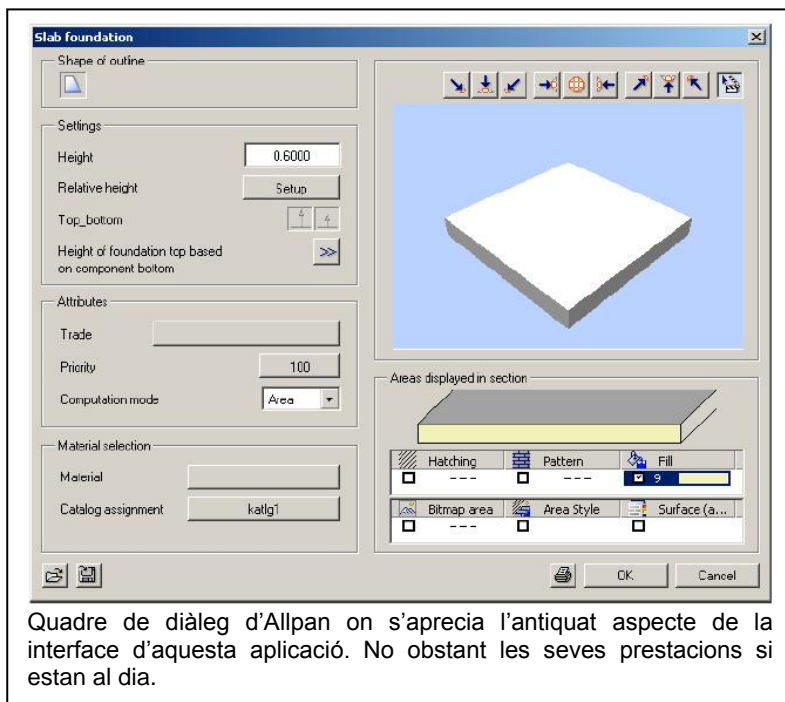
Per altra banda, últimament ha ampliat la seva línia de productes amb mòduls per al càlcul de costos, disseny de MEP y càlcul d'estructures, en entorn basat en objectes GDL (Geometric Description Language), de codi obert i la informació de la qual es interpretable per softwares de tercers.

NEMESCHTEK ALLPLAN

Fins fa no gaire temps, "Allplan" era conegut per el paradigma enigmàtic de la sofisticació en disseny paramètric d'Arquitectura. Aquest fet es donava sobretot perquè era una aplicació coneguda en aquest país, amb una comunitat d'usuaris quasi fanàtics que donaven a conèixer les seves avantatges als seus col·legues que treballaven amb AutoCAD. Per altra banda, tenia l'al·licient d'estar fabricat a alemanya, país amb la reputació d'elaborar softwares eficients, però complexos. El cert és que Allplan és una aplicació que venia de l'entorn Unix que va migrar en un moment donat cap als sistemes Windows, fet que va obligar a canviar radicalment la seva interface, ja que l'anterior resultava incomprensible per als usuaris d'aquest sistema operatiu. El seu nivell de sofisticació i les seves possibilitats superaven en molt al seu principal competidor, ArchiCAD, però tenia l'inconvenient de resultat més críptic que aquest i tenir un suport força limitat (només cal visitat la seva web). Les coses que feia, les feia bé i estaven ben plantejades, però els camí sovint no estava massa cuidat.



Quadre de diàleg d'ArchiCAD Hi ha desenes d'opcions agrupades per temes i il·lustrades.

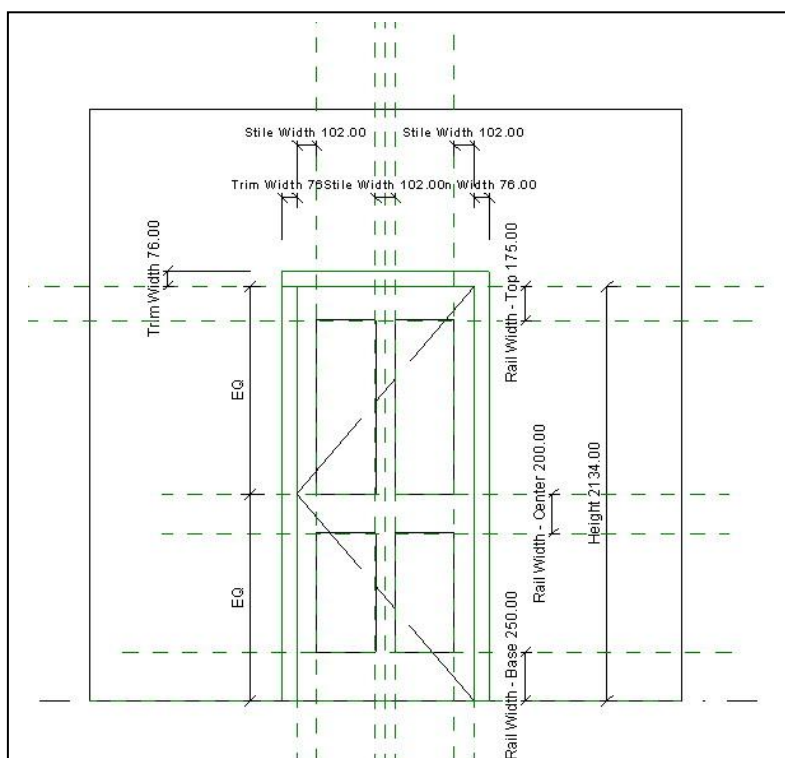


Actualment, continua essent plenament competitiu i té un enfocament similar a ArchiCAD però més avançat en alguns aspectes i encara més complexa en uns altres. La seva estructura de documentació és radicalment diferents al la resta i recorda a la que tenien l'antic software de CAD com "Arris". Els projectes es desen en una carpeta on cada capa està guardada en un fitxer independent, de tal manera que cada representació de treball el que fa és escollir amb quines capes vol treballar del total. Aquest plantejament es a la pràctica semblant al model de base única, però permet l'aprofitament directe de les mateixes capes i les seves entitats per a diferents dibuixos. Per altra banda, Allplan sempre s'ha organitzat d'aquesta manera, fet que ha estat una avantatge davant la resta d'aplicacions (incloent les de CAD no BIM), encara que algunes acabessin integrant la gestió integral dels projectes d'alguna o altra manera.

AUTODESK REVIT

Es la mes jove de totes i la que es més plenament BIM. El va desenvolupar per l'empresa Revit Inc com al primer software totalment paramètric, fins que la companyia va ser absorbida per Autodesk, la qual buscava solucions pel seu inoperant Architectural Desktop. Veient el potencial de Revit, Autodesk va decidir mantenir les dos el desenvolupament de les dos línies de software sense tallar cap de les dues. Revit hauria de tenir més futur a llarg plaç que Desktop ja que es tracta d'una aplicació molt més coherent i potent, però, per el moment, les dues aplicacions conviuen pacíficament al estar destinades a un públic diferent. Desktop permet una migració menys arriscada i mantindrà la seva cantera d'usuaris mentre que Revit està destinat per a entrar de ple en la tecnologia BIM.

La principal diferència respecte als seus competidors es que es capaç de parametritzar qualsevol aspecte de qualsevol objectem-te amb independència del seu tipus. En comptes d'afegir opcions a cada tipus d'element, en permet la seva parametrització des de zero mitjançant eines gràfiques. Seguint aquesta filosofia, les eines que permeten generar els elements són sempre les mateixes amb molt poques variacions. Les diferencies de comportament i representació dels elements venen donades per el seu tipus, no per la seva composició. Per altra banda, separa clarament la representació del model, de tal manera que es poden manipular les seves vistes amb modificadors que no afecten el model però que queden lligats a ell i a una representació en concret.



Representació en alçat d'un model paramètric d'una porta elaborat amb Revit. Les seves característiques no es controlen mitjançant opcions sinó a través de l'especificació de condicions directament sobre el model.

EN CONCLUSIÓ:

El mercat de les aplicacions BIM existent al mercat està prou madur com per prendre's seriosament la migració cap a aquests sistemes. Cada solució té els seus punts forts i les seves mancances. Des del punt de vista pragmàtic, la clau per a escollir una o altra aplicació per implementar en el despatx professional o en la docència universitària està en trobar un punt d'equilibri entre les prestacions del software, les necessitats pròpies i el suport que el distribuïdor local ens pot oferir. La quantitat de recursos d'aprenentatge com ara els cursos, els tutorials fòrums disponibles a la xarxa pot donar una idea del suport que tindrem alhora de migrar.

Però el més important és reconèixer que implementar BIM es sobretot una decisió estratègica que va en direcció cap al futur. Podem endarrerir l'esdeveniment un temps, però tard o d'hora, el món de l'arquitectura haurà d'assumir aquest canvi i amb tota seguretat, no es podrà dur a terme sense cap mena d'esforç en investigació o formació, tot aprofitant les sinèrgies entre el món professional i l'acadèmic. En aquest aspecte, sempre hi ha la por de que l'Arquitecte o l'estudiant quedin "perduts a la informàtica", però això no es excusa per no tirar endavant. Per altra part, treballar amb BIM permet analitzar com els components d'un edifici es relacionen entre si i entendre millor com funciona, fet que pot resultar molt didàctic. No podrem treure'n conclusions fins que les escoles comencin a experimentar amb BIM a les seves aules per a que els professionals comencin a disposar d'una pedrera d'ajudants que els treguin les castanyes del foc com va passar amb el procés de migració cap a les aplicacions CAD.

Potser no calia ésser els primers, però hauríem d'anar amb compte de no ésser els últims.



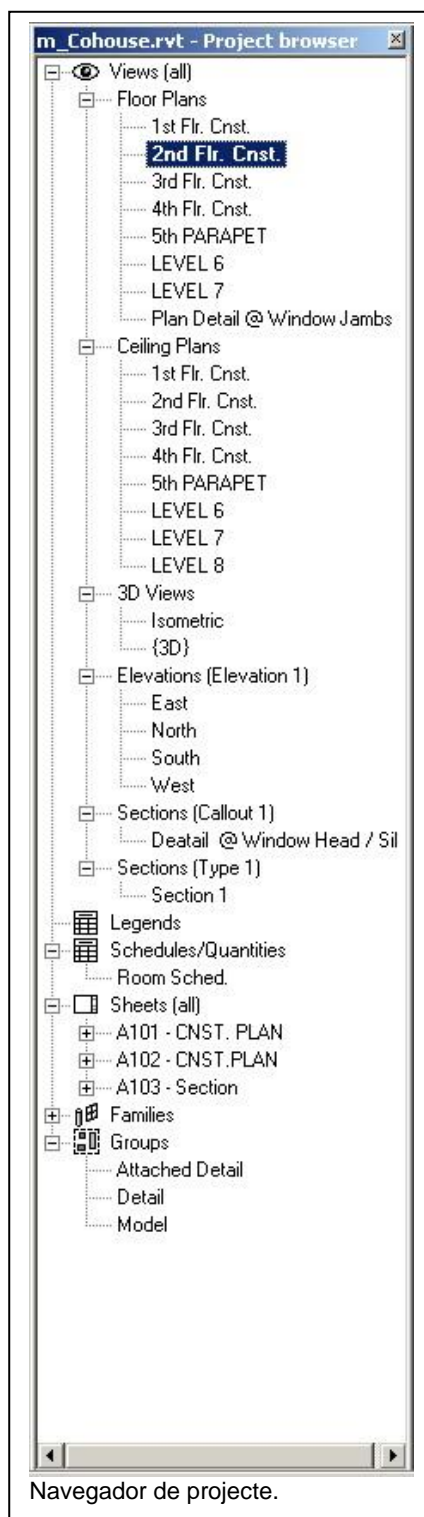
Projecte per l'ampliació del museu d'art de Denver mostrat al simposium de la Universitat de Minnesota on les aplicacions BIM formen part del currículum docent.

APLICACIONS PER AL DISSENY PARAMÈTRIC DE MODELS ARQUITECTÒNICS.
AUTODESK REVIT COM A APLICACIÓ BIM.

INTRODUCCIÓ:

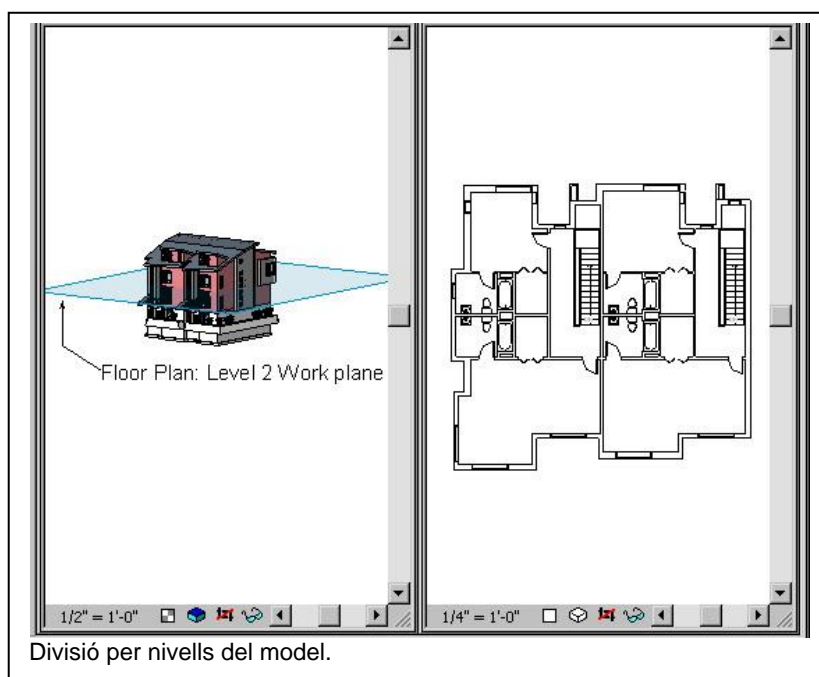
Autodesk Revit té una història molt curta, de només cinc anys. Fou originàriament desenvolupat per una altra empresa, Revit Inc. que va ésser comprada per a Autodesk, ja que aquesta es trobava amb serioses dificultats en el desenvolupament del seu propi software BIM basat en AutoCAD, Architectural Desktop. Autodesk es va fixar en aquesta aplicació perquè, tot i estar encara molt poc madura, tenia exactament el que li faltava a Desktop, senzillesa d'ús i coherència. Curiosament però, Revit va ser concebut en els seus orígens com un software per el disseny mecànic, així que va haver de ser reconduït cap a l'arquitectura de la mà d'Autodesk, la qual va aprofitar la circumstància per a preprogramar completament el seu software de disseny industrial, Autodesk Inventor.

ORGANITZACIÓ INTERNA:



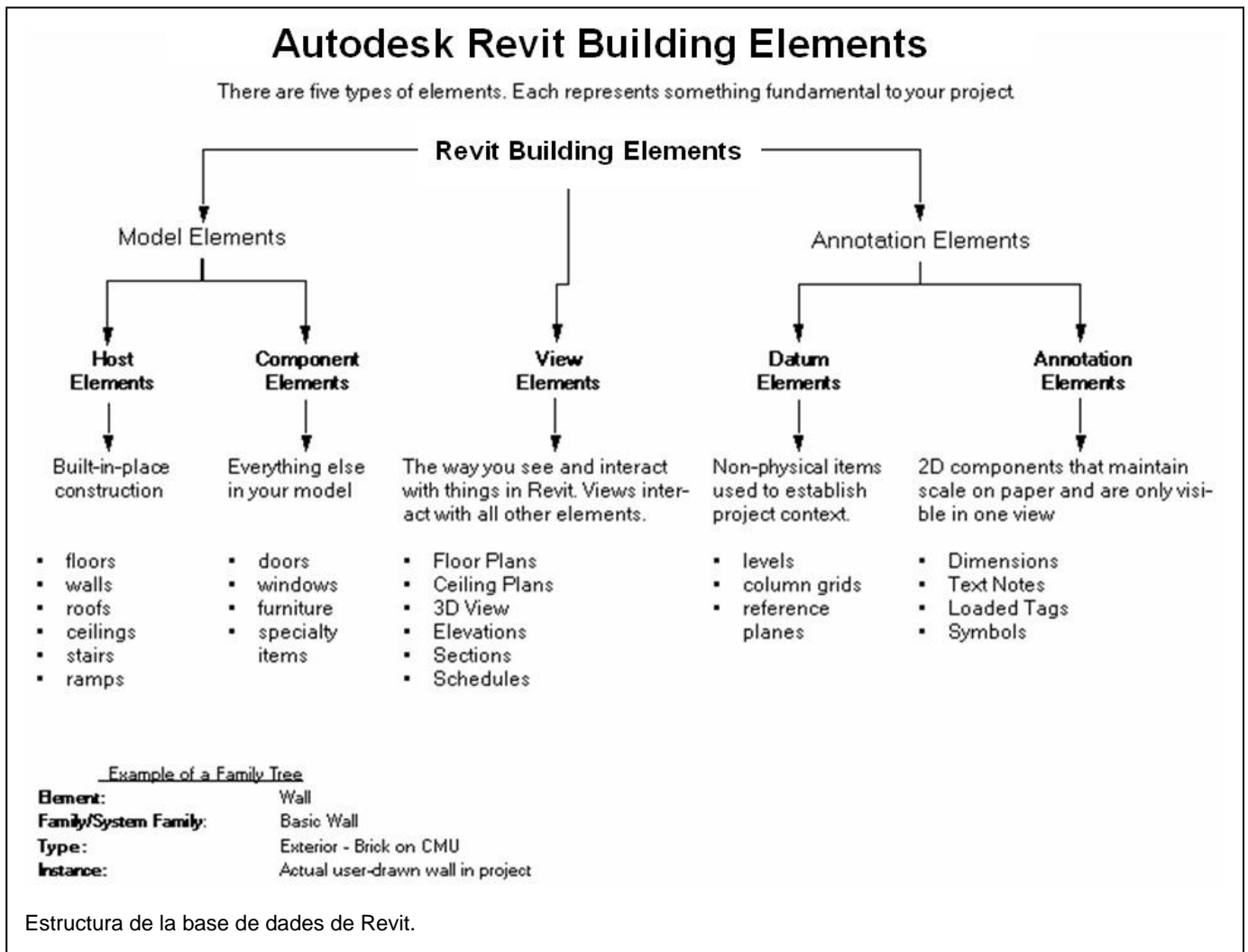
Com que és un software que no deriva de cap de genèric té l'avantatge d'estar dissenyat de nou amb una estructura molt coherent i força simple. Tots els objectes s'editen de manera similar, independentment de la mena d'objectes que sigui. Els seus competidors intenten cobrir les necessitats dels usuaris a través de la proliferació d'opcions, mentre que Revit, també usa opcions i casos especials, però sempre té la filosofia de intentar ser el màxim de flexible per tal que l'usuari pugui empescar-se la manera de generar allò que necessita a partir de zero o d'un altre element de característiques semblants. L'usuari pot crear qualsevol tipus d'element, modelant-lo a partir de sòlids i aplicant-li les condicions paramètriques que vulgui i sempre a partir de les mateixes eines, la qual cosa vol dir que el programa treballa amb una estructura interna molt homogènia (al contrari que Desktop). Aquest enfocament totalment paramètric té l'avantatge de la flexibilitat, però també té l'inconvenient d'obligar a modelar qualsevol component que desitgi. Per posar un exemple, al contrari que amb ArchiCAD, no hi ha la possibilitat de treure i posar el marc d'una finestra amb només un clic de ratolí, s'ha de crear un objecte amb marc i un altre sense. Per altra banda, el modelat d'objectes paramètrics es molt senzill conceptualment, però força complicat a la pràctica degut a la interface del programa..

Per altra banda, aquesta aplicació empra un fitxer únic que és el que conté tota la informació de l'edifici, incloses les anotacions i les làmines de presentació, la qual es pot controlar a través d'un navegador. No obstant, el model s'estructura mitjançant seccions horitzontals anomenades nivells, als quals es vinculen els forjats i les parets. Els nivells es situen a través dels alçats o seccions.



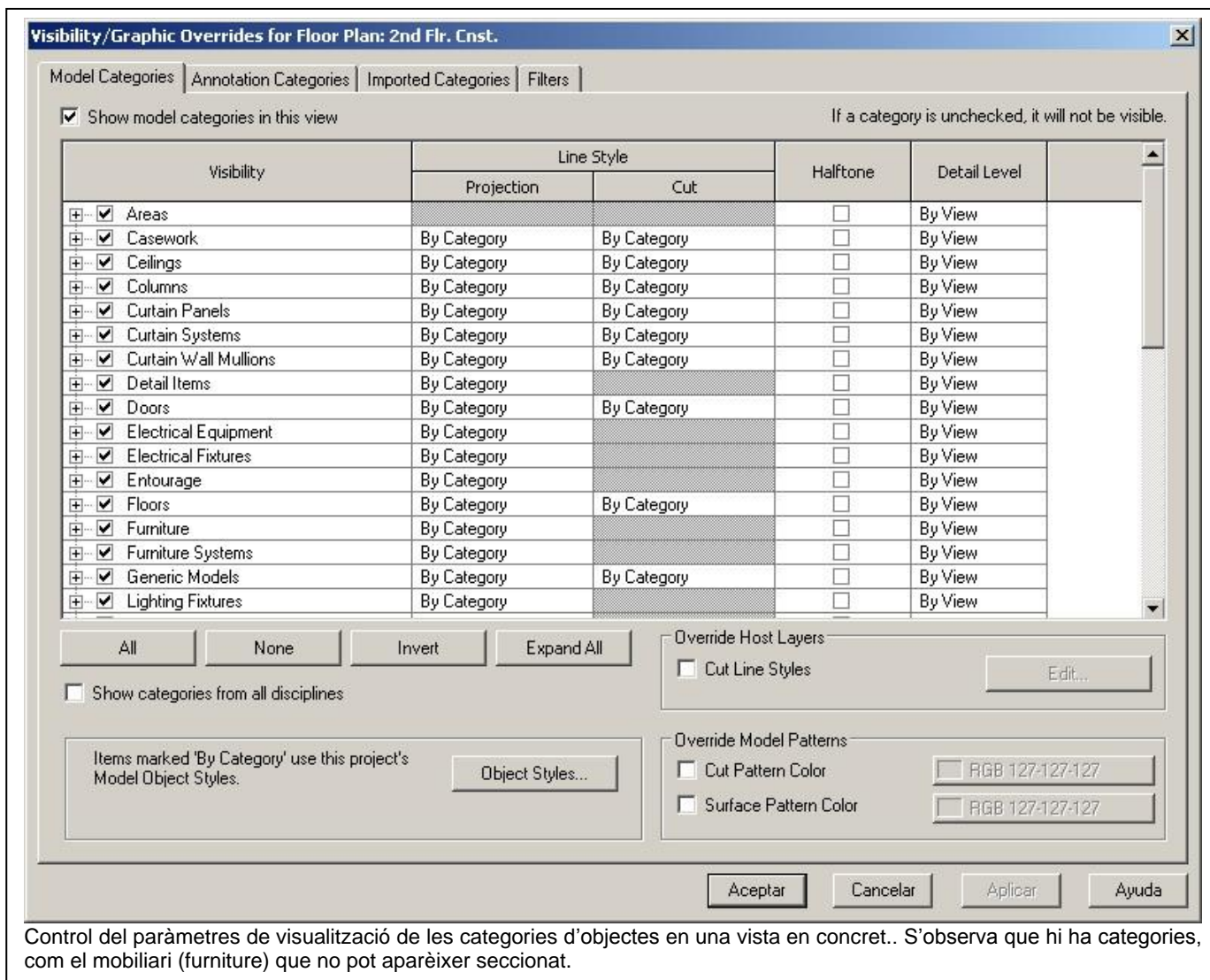
Des del punt de vista de la base de dades del model, els objectes s'organitzen en cinc grans grups.

- Els “*Hosts*” inclouen les parets, els terres, les cobertes i els sostres.
- Els “*Components*” s'insereixen en els Hosts i són les finestres, portes i els mobles.
- Els “*Annotations*” són elements 2D vinculats a vistes determinades per tal d'ajudar en les tasques de documentació.
- Els “*Datums*” són elements d'ajuda que no representen físicament cap component sinó que serveixen per establir un context de treball concret. Es tracta dels plans de referència, els nivells i els eixos de replanteig. Controlen en referència a quin pla del dibuix es treballa.
- Els “*View Elements*” són els objectes que permeten interactuar amb el model i imprimir la documentació



Per altra banda, els elements també s'organitzen en categories. Segons la categoria a la que pertanyi cada objecte, aquest es comportarà de manera diferent amb la resta d'objectes i algunes de seves possibilitats de parametrització variaran. Per exemple, un element de la categoria dels forjats sempre perforarà a un de la categoria de parets. No obstant, les eines disponibles per a la seva creació seran sempre les mateixes, variant només la seva disponibilitat. Les categories dels objectes també controlen els paràmetres referents a la seva visualització. No obstant, aquests també poden ser configurats independentment per a cada vista.

Aquesta manera d'organitzar el model permet la inexistència de capes de treball. Com que disposem de nivells i d'altres ajudes que ens permeten controlar la visualització dels element, no necessitem vincular els elements a unes capes determinades. Aquest sistema és molt més còmode alhora de treballar amb tots els nivells d'un edifici alhora, ja que no cap anomenar de manera diferent elements d'igual tipus (categoria, per a Revit) que estan en plantes diferents. Per altra banda, es poden construir elements que sobrepassin varies plantes (com ara tancaments) sense que això suposi una excepció en la organització del projecte.



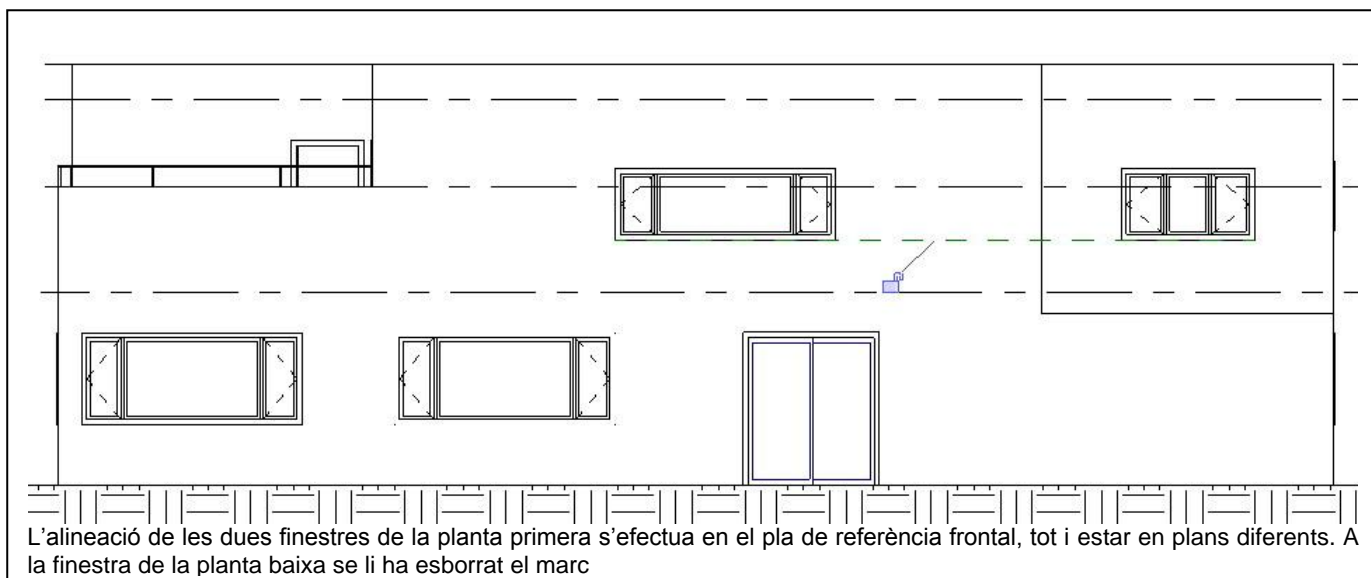
Un altre prestació important de Revit es que propaga els canvis generats de d'una de les representacions a tota la informació del model de manera instantània, fet que augmenta la sensació d'estar treballant amb una veritable base de dades. La majoria dels seus competidors són molt més lents alhora de propagar els canvis i per això aquest procés es fa de manera més o menys manual.

TREBALL A TRAVÉS DE VISTES

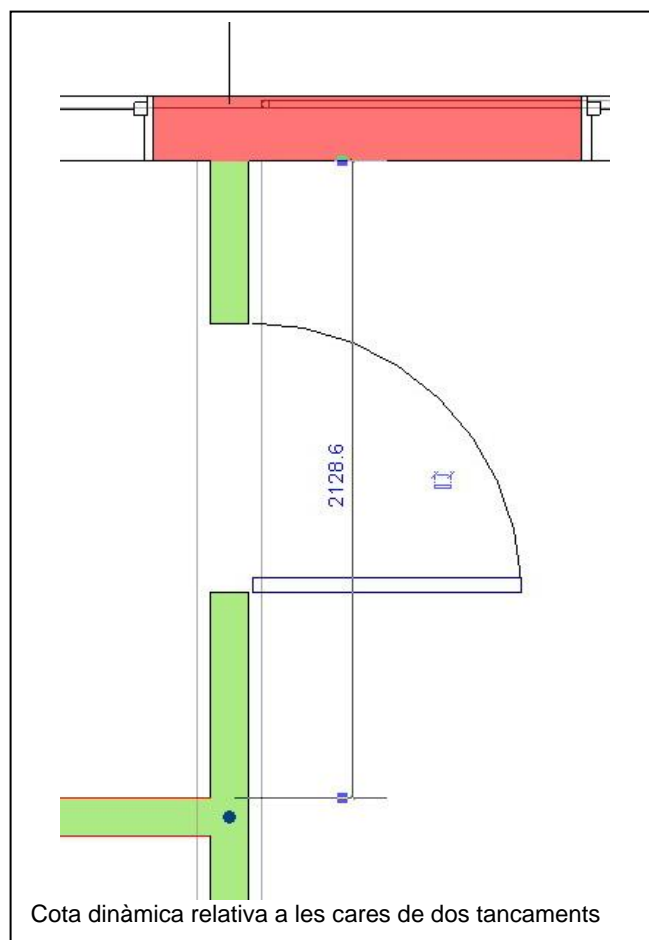
Revit és una aplicació BIM plenament bidireccional, la qual cosa significa que el model pot ser editat des de qualsevol de les representacions que se n'extreguin o a l'inversa. D'aquestes, la majoria seran vistes dièdriques com ara plantes i seccions, però també n'hi ha d'altres, com ara les taules que serveixen per extreure informació dels objectes.

Cada vista té la seva escala, que afecta la mida dels textos i de les trames, el seu nivell de detall, així com les categories dels elements que hi apareixen. Per altra banda, en el cas de les representacions dièdriques, cada vista té associat un pla de treball que és perpendicular al punt de vista. Això vol dir que les transformacions que efectuem en cada vista es duren a terme en aquest pla, tal com si es treballés sobre un dibuix bidimensional. Aquest pla de treball només permet introduir coordenades sobre ell, o sigui que no es possible indicar distàncies sobre la coordenada Z. Naturalment, es pot variar la seva situació del pla de treball i disposar-lo on es desitgi però només en les vistes axonomètriques podrem escollir posicions que no siguin perpendiculars al punt de vista.

Per altra banda, és important remarcar que les vistes són projeccions del model tridimensional transformades en bidimensionals, de tal manera que podem emprar qualsevol línia de la representació com a referència per a una cota o alineació. Per altra banda,, també es pot alterar el valor de la representació d'aquestes línies i, fins i tot, fer-les desaparèixer (molt útil per a ocultar l'encontre entre una paret i el cantell d'un forjat, per exemple) o dibuixar-hi a sobre



Finalment, cada vista te un marc associat que es pot retallar i una caixa de visualització que permet seleccionar quina porció del model es vol visualitzar, característica que permet treballar còmodament plantes i seccions des d'un punt de vista tridimensional., També es poden ocultar objectes individualment.



ACOTACIÓ DINÀMICA I PARAMÈTRICA

La posició dels elements no es situa a través de coordenades tal i com és habitual en els programes de CAD, sinó a través de cotes dinàmiques que apareixen mentre es dibuixa l'objecte. Aquestes cotes poden partir de plans de referència d'altres objectes o de punts d'altres objectes (snaps). Mentre es dibuixa l'objecte, les distàncies es poden introduir gràficament o teclejant el seu valor al teclat. Per altra banda, quan es selecciona un objecte, també apareixen unes noves cotes que relacionen la seva posició amb plans de referència d'objectes adjacents. L'aplicació decideix quines referències pren en relació als elements que apareixen el la vista, però aquestes referències es poden canviar manualment així com el seu valor, de tal manera que es molt senzill definir la posició d'elements respecte a d'altres. Amb un altre clic es pot convertir la cota dinàmica en una cota fixa, de tal manera que sempre aparegui com una distància relativa d'un pla d'un element a un altre. Si aquesta cota fixa es bloqueja, esdevé un paràmetre de posició relativa de l'objecte.

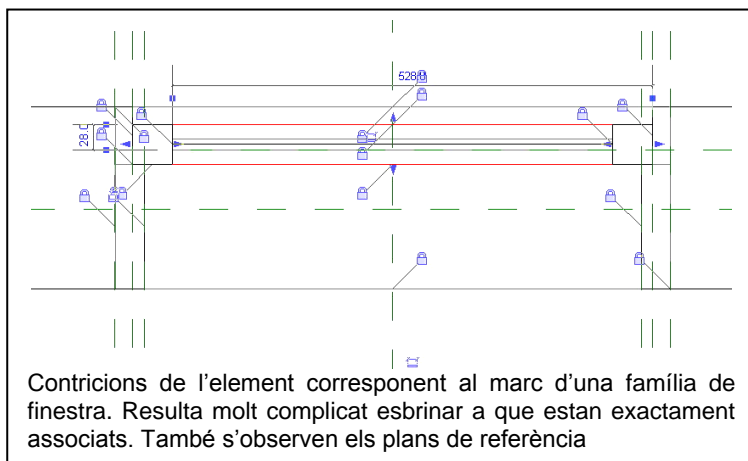
De fet, la majoria dels paràmetres relatius al objectes es creen a través de funcions derivades de l'acotació respecte plans de referència, ja siguin creats especialment a tal efecte o intrínsecs als objectes. Algunes d'aquestes funcions específiques de les cotes són la possibilitat d'establir equidistàncies, indicar valors en funció d'equacions o estar associades a variables que després es poden editar o cridar directament.

ASSIGNACIÓ DE PARÀMETRES

Els mecanismes per a l'assignació de paràmetres són idèntics per aquells que afegeixen condicions a les posicions dels objectes en el model els que ho fan dins la definició d'una família. Bàsicament es tracta d'afegir cotes, que sempre es refereixen a referències dels objectes i bloquejar-les. Aquesta acció el que fa es crear una constricció "Constrain" que queda representada per un cadenat tancat i unes línies que marquen quines són les referències que es bloquegen. Una altra manera d'establir constriccions, és emprar la utilitat d'alineació, la qual permet alinear qualsevol zona amb una altra i crear en aquell moment una condició d'alineació.



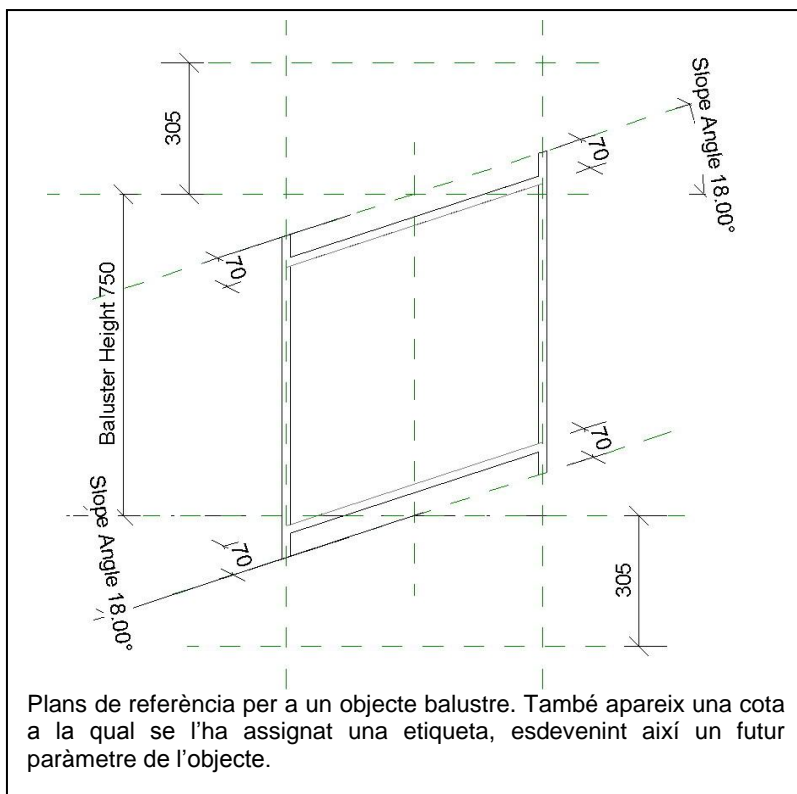
També es generen constriccions de manera automàtica al seleccionar punts d'altres objectes depenent del tipus d'objectes que estem dibuixant i sobre els que estem agafant els punts. D'aquesta manera, per exemple, si arrosseguem una paret que es connecta en un extrem amb una altra, es manté la connexió encara que la desplacem



Per altra banda, també es pot bloquejar la posició de qualsevol objecte del model, per tal d'assegurar-nos que no es mourà. Aquest mecanisme resulta útil per assegurar que no es veurà afectat per canvis que puguin venir de constriccions amb altres objectes. El cert és que aquestes eines són molt apropiades per establir condicions en el model, però quan es fan servir per establir-les en la creació de famílies, on se'n necessiten moltes, resulta força complicada la seva posterior modificació, ja que resulta molt complicat rastrejar quines són les vinculacions de cada element. Per això és millor començar de nou amb una plantilla que provi de modificar-ne una.

En el camp de les constriccions paramètriques també apareix un tipus d'objecte de gran importància anomenat pla de referència. Els plans de referència, que sempre són perpendiculars a la vista actual són entitats, es dibuixen com a rectes discontinues de color verd i serveixen per a situar els components d'un objecte en relació a altres objectes o al model depenent el nom que se li doni al pla o el seu tipus. Per exemple, en el disseny d'un balustre es necessitarà dos plans de referència que defineixin l'inici i final del balustre. Aquest plans tenen un nom predeterminat per la categoria d'aquesta família ja que són els que es faran servir per acoblar-los a l'objecte barana.

En conclusió, Revit és l'única aplicació BIM que permet modelar els objectes paramètrics directament des del mateix programa e inclús en el model, la qual cosa el desmarca de la competència i el fa molt atractiu a ulls de determinat tipus d'usuaris. Però el cert és que fer-ho



requereix cert aprenentatge previ que no potser no estarà a l'abast de tothom. No resulta tan complicat com programar per a Allplan o ArchiCAD, però tampoc no és trivial. Per això altres aplicacions confien en el sistema d'opcions i en una bona llibreria d'objectes (que encara no existeix per a Revit). No obstant, es remarcable la extensa comunitat d'usuaris de Revit, que comparteixen les seves experiències a través de weblogs, fet que no es dona en cap altra. Això dona una idea del potencial del programa.

AGRUPACIÓ D'OBJECTES EN FAMÍLIES.

Cada objecte pertany a una categoria, no obstant, es poden crear variacions d'un objecte basades en canvis en els valors de paràmetres idèntics. Aquests conjunts de variacions d'un objecte s'anomena Família ("Family") i cadascuna de les seves variacions, tipus ("Types"). De fet, sempre que es crea un objecte, es crea una família d'objectes, encara que, al final, només tingui un tipus. Per exemple, una porta de fusta amb un determinat disseny pot ser una família que conté diferents tipus de portes amb diferents mides.. Els objectes pertanyents a una mateixa família comparteixen els mateixos paràmetres.

Cada família es pot carregar en el projecte actual o desar-les com a fitxers independents, excepte un tipus especial de famílies que són les Famílies de Sistema ("System Families"), les quals tenen un nombre de paràmetres pre-assignats que no poden canviar i amés no poden ser exportats com a fitxers externs. Es tracta de les parets, les cotes, els forjats, els fals sostres, les cobertes i els nivells

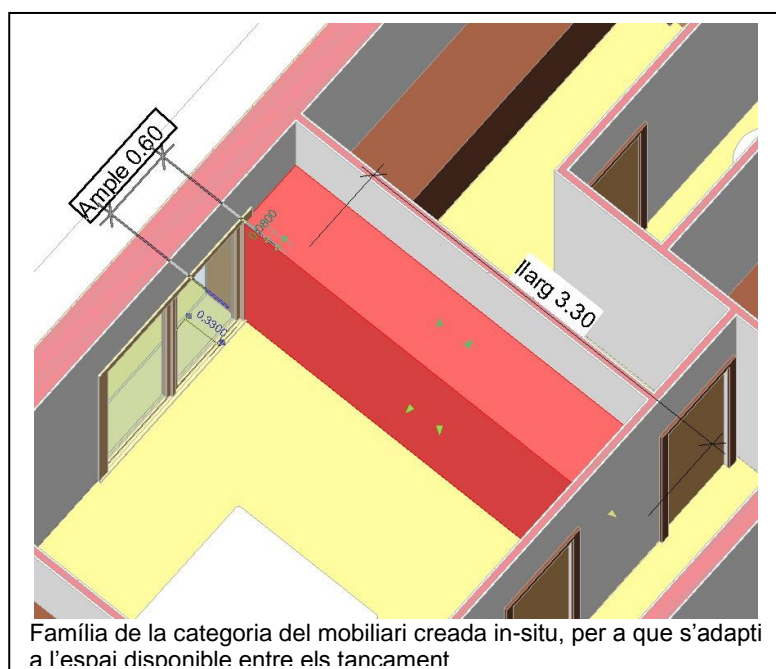
Finalment, les "Instances" són cadascuna de les localitzacions concretes dels objectes situats en el projecte. Per exemple, una mateixa porta pot tenir cinc "Instances" si està inserida cinc cops

CREACIÓ DE FAMÍLIES

Hi ha dos tipus de famílies, les de sistema i la resta. Les de sistema es poden crear a través de modificacions de famílies per defecte, ja que es tracta bàsicament d'afegir o treure capes d'aquesta mena d'objectes. El que diferencia una família de parets d'una altra són les capes que la componen, Cada família de sistema té les seves particularitats però no las descriurem aquí.

La resta de famílies es poden crear a partir d'un plantilla apropiada per a la categoria que desitgem crear (Revit en té una per a cadascuna d'elles) o directament en el model.

En el primer cas, obrirem un nou fitxer en el que apareixeran els elements mínims necessaris per a la família que es vol crear. Bàsicament es tractarà de plans de referència i cotes paramètriques. En el cas de les obertures, també apareixerà una paret de referència per a poder-hi establir relacions de manera més còmoda però que quedarà anul·lada en el moment que inserim l'objecte. En qualsevol moment podem desar la família en un fitxer i carregar-la al programa, on formarà part del objectes disponibles.



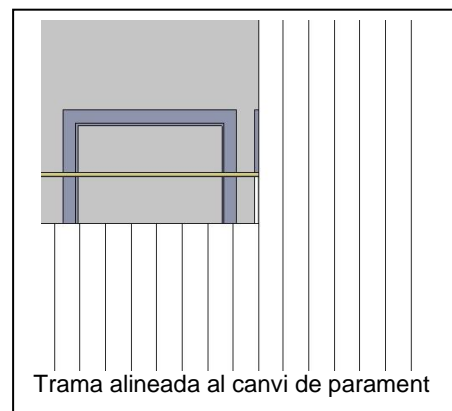
El navegador que permet treballar amb cadascuna de les representacions de l'objecte és idèntic que el que es mostra per l'edició del tot l'edifici, però amb algunes funcions ocultades. Sempre que vulguem, podrem editar la família seleccionant-la en el model i obrint-la en un fitxer a part.

En canvi, si volem crear una família directament en el model, ho haurém de fer in-situ sense cap mena de plans de referència per defecte. Escollirem també de quina categoria es tracta, però no podrem exportar la família en un fitxer i les futures modificacions s'hauran de fer també in-situ. Aquest mètode es molt útil per crear objectes molt particulars o de manera ràpida que amés poden estar associats geomètricament a altres objectes, però no resulta apropiat per a elements que han de ser reutilitzats. També resulta una alternativa a la creació de famílies de sistema per tal de poder crear parets i sostres amb geometries no prismàtiques

Per últim, en la creació dels elements que componen una família, es controla quins d'ells apareixen en les projeccions de planta, secció, alçat o vista tridimensional, i en quin nivell de detall. De tal manera que es pot adequar la seva representació a les necessitats de cada vista.

CONTROL DELS MATERIALS

Cada component d'un objecte té un associat un material de manera automàtica, que pot ser el material per defecte assignat a la categoria o un d'assignat específicament. Aquest material controla la representació en els dos nivells de detall més elevats (dels tres que hi ha) en els objectes multi-capa (parets i forjats) o en tots ells els compostos per formes sòlides (veure creació de famílies). Cada material està compost per un color de superfície, una textura per els renderitzats, una trama per les superfícies no seccionades i una altra per les que ho estan. Aquestes trames poden estar definides per mil·límetres finals d'impressió (tipus "drafting"), de tal manera que l'usuari controla en cada moment l'espaiat final d'aquestes independentment de l'escala del dibuix. Les trames també poden ser de mida fixa per, per exemple, representar un paviment. L'usuari pot moure o girar el tramat a voluntat simplement seleccionant-lo.



Però amés, els materials poden tenir associades propietats físiques i altres dades per tal de incloure-les en aplicacions de càlcul estructural o amidaments.

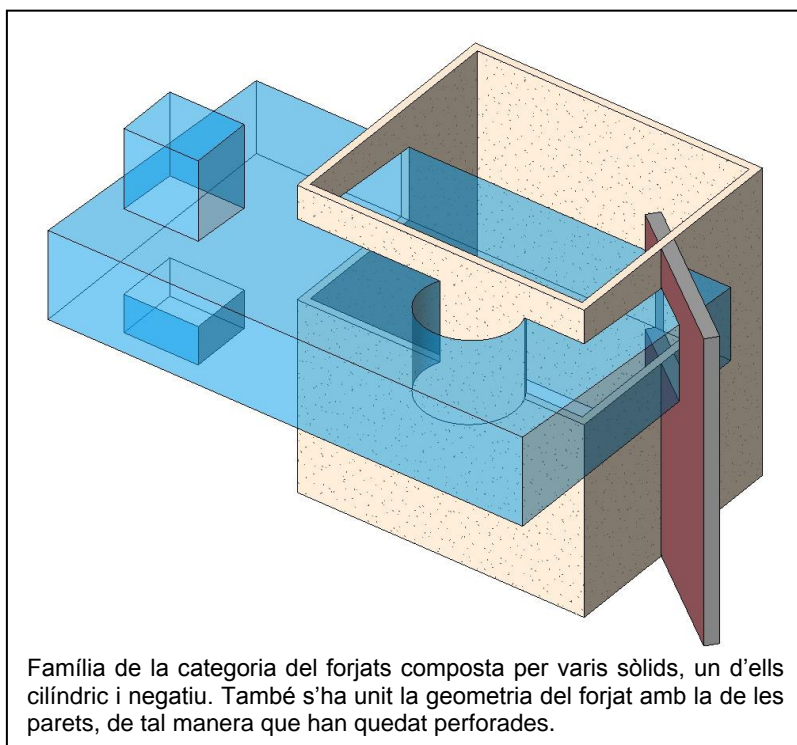
Finalment, cal remarcar que es possible assignar materials directament sobre les cares dels objectes, inclús sobre zones d'aquestes, utilitat que facilita molt la correcta representació d'objectes tot i no tenir components modelats a tal efecte.

TECNOLOGIA DE SÒLIDS PER A LA CREACIÓ D'OBJECTES

Per a la generació d'elements tridimensionals, Revit utilitza la tecnologia de sòlids, de tal manera que els elements es mostren plens quan es seccionen per un pla de secció o per una caixa de visualització.

Els sòlids es generen amb senzilles operacions d'extrusió (recta o per recorregut), de revolució i de pas per dos perfils.

Per altra banda, es poden crear dues menes de sòlids: plens i buits. Els buits serveixen per a perforar els sòlids plens. Aquesta operació seria l'equivalent a una operació booleana de substracció, en la que es conservessin les primitives. També es poden unir les geometries dels sòlids (sempre conservant les primitives) segons la jerarquia dels components o categories que representin. Per exemple, en el cas del la unió entre forjats i patets, els primers sempre perforaran els segons. Però en el cas de la unió entre parets, es seguirà la jerarquia de les capes que les composin.



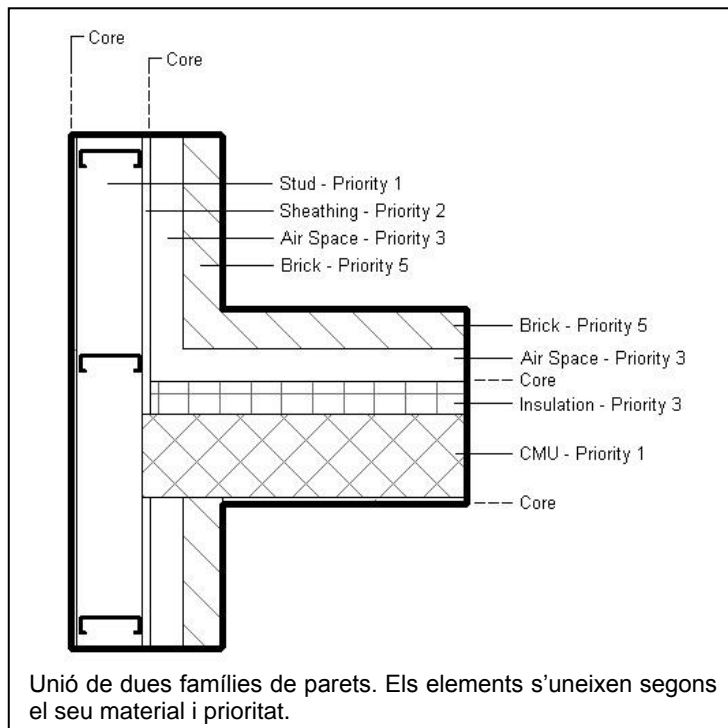
Finalment, la tecnologia de sòlids també s'empra per a la creació d'elements volumètrics, anomenats masses, que més tard poden ser emprats per a assignar parets o forjats a les seves cares. Aquest és el mecanisme que té Revit per a permetre l'acoblament de famílies de sistema a superfícies complexes. Amés té l'avantatge que els elements queden vinculats a la massa, de tal manera que es pot editar tot un mur cortina només modificant la massa que el sustenta.

IMPORTACIÓ DE FORMATS DE TERCERS

Revit és capaç d'importar geometries 2D i 3D d'altres aplicacions com ara Sketch-UP o AutoCAD. Els objectes importats estan dins d'una categoria independent la visualització dels elements de la qual depèn de les capes del model importat. A través de les capes es poden assignar els materials i els valors de línia del objectes a representar.

Els volums sòlids poden ser emprats com a masses per a assignar-hi famílies de sistema i també com a part d'altres famílies d'objectes, quedant les seves característiques de representació subjectes a la categoria on s'han inserit. També es possible establir insercions amb vinculació, a l'estil de referències externes, de tal manera que es pugui incorporar informació treballada amb altres aplicacions

De tota manera, les importacions tenen algunes limitacions, ja que els objectes no es poden descompondre ni transformar en masses de Revit i els tramats dels materials no queden representats en aquesta mena d'objectes.



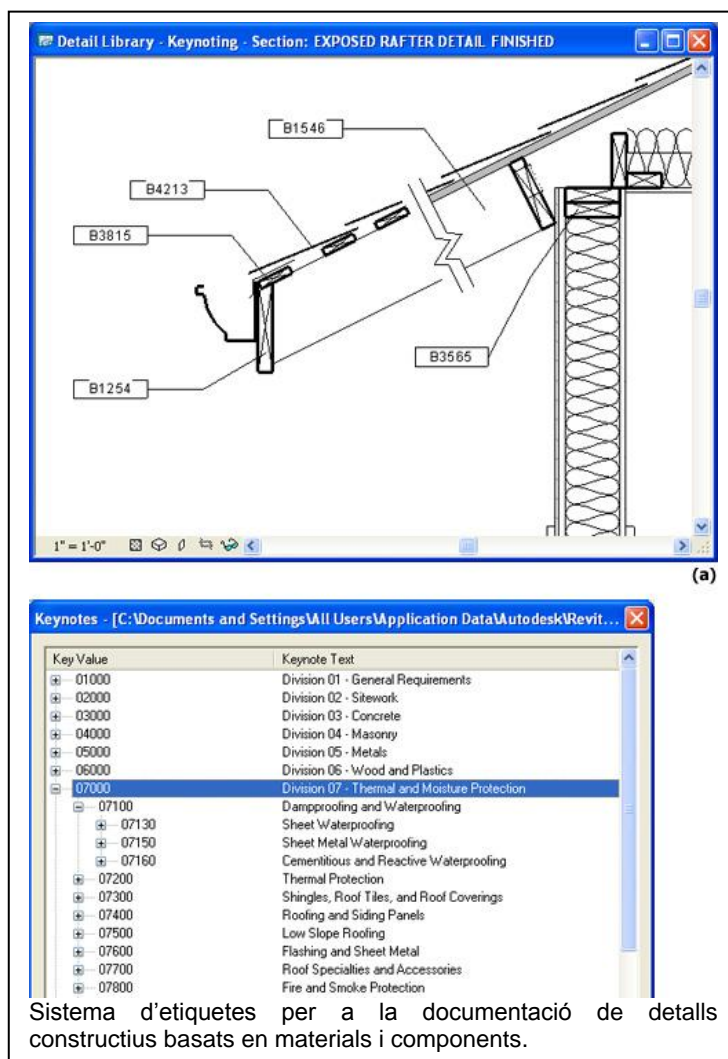
DETECCIÓ D'INTERFERÈNCIES

Per tal de mantenir la consistència d'un model arquitectònic, és important que el software que s'empra no permeti que es produeixin solapaments d'objectes en posicions incompatibles. Per exemple, l'extrem d'una paret en principi no pot anar a parar enmig d'una finestra. Si aquest fet es donés, l'aplicació hauria d'avisar de tal circumstància per a que l'usuari pogués decidir si ho permet o no. Revit monitoritza en temps real algunes d'aquestes menes d'interferències de tal manera que facilita, en part, el seguiment d'errors de disseny. No obstant, posseeix una eina específica de detecció d'interferències entre categories determinades d'objectes que es capaç de mostrar en quin punt de l'edifici es dona la col·lisió.

CONSTRUCCIÓ DE DETALLS CONSTRUCTIUS

En les versions anteriors, l'elaboració de detalls constructius era una tasca que s'havia de dur a terme amb programes de CAD genèric, ja que les eines de dibuix d'aquesta aplicació no estaven prou desenvolupades ni hi havia eines que facilitessin el dibuix dels detalls constructius i les seves anotacions del punt de vista dels objectes..

Però actualment, incorpora l'ús d'objectes de detall paramètric i d'etiquetes vinculades a llistats de materials. Les descripcions són editables i exportables a fitxers externs o segueixen el format estàndard CSI. Òbviament

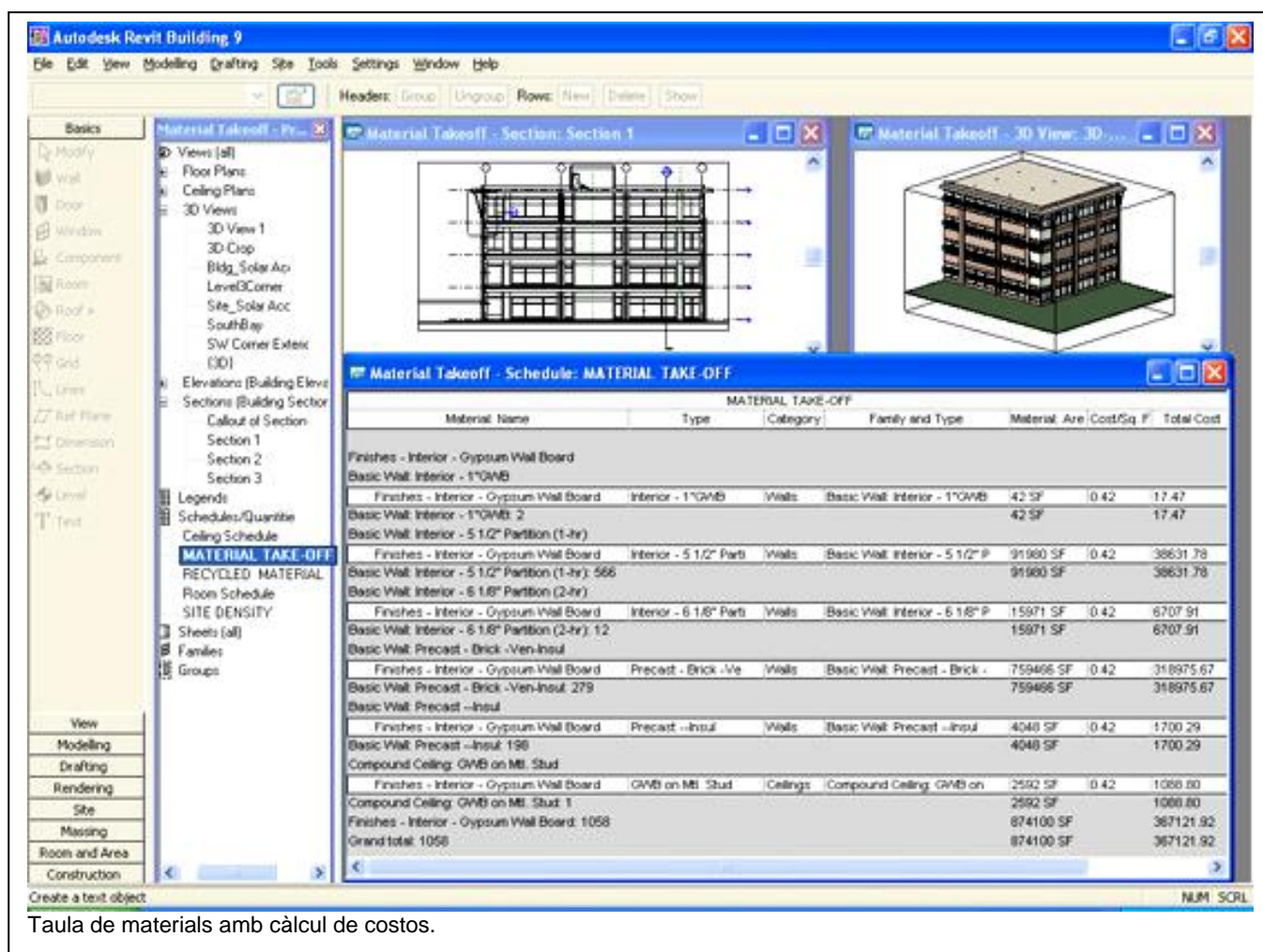


aquestes etiquetes poden ser mostrades en forma de llegendes associades a les vistes dels detalls, de tal manera que es mostrin només els materials que apareixen en el dibuix. Es tracta de portar el concepte BIM al món dels detalls constructius de tal manera que estuin compostos d'objectes bidimensionals amb un cert grau de parametrització i d'etiquetatge.

També cal remarcar que el detalls es dibuixen sobre porcions de vistes sobre les quals es pot aplicar màscares que ocultin les zones que es volen detallar. A partir de llavors, el detall queda vinculat a aquella zona del model, de tal manera que es desplaçarà amb ell.

ESTIMACIÓ DE COSTOS

Revit no incorpora una eina complerta d'estimació de costos però les taules de materials poden mostrar dades referents a àrees o volums, i també qualsevol altre paràmetre afegit al material o a l'objecte, com ara el seu cost. Com que el contingut d'aquestes taules pot ser accedit a través d'ODBC, en teoria hauria de ser vinculable a una aplicació externa d'estimació de costos.



The screenshot shows the Autodesk Revit Building 9 interface. The 'Material Takeoff' window is open, displaying a 3D view of a building and a table of material quantities and costs. The table is titled 'MATERIAL TAKE-OFF' and has columns for Material Name, Type, Category, Family and Type, Material Area, Cost/Sq F, and Total Cost.

Material Name	Type	Category	Family and Type	Material Area	Cost/Sq F	Total Cost
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board						
Basic Wall: Interior - 1/2" GWB				42 SF	0.42	17.47
Basic Wall: Interior - 1/2" GWB 2				42 SF		17.47
Basic Wall: Interior - 5 1/2" Partition (1-hr)						
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board	Interior - 5 1/2" Part	Walls	Basic Wall: Interior - 5 1/2" P	9190 SF	0.42	38631.78
Basic Wall: Interior - 5 1/2" Partition (1-hr): 566				9190 SF		38631.78
Basic Wall: Interior - 6 1/8" Partition (2-hr)						
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board	Interior - 6 1/8" Part	Walls	Basic Wall: Interior - 6 1/8" P	15971 SF	0.42	6707.91
Basic Wall: Interior - 6 1/8" Partition (2-hr): 12				15971 SF		6707.91
Basic Wall: Precast - Brick - Ven-Insul						
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board	Precast - Brick - Ve	Walls	Basic Wall: Precast - Brick -	75946 SF	0.42	318975.67
Basic Wall: Precast - Brick - Ven-Insul: 279				75946 SF		318975.67
Basic Wall: Precast - Insul						
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board	Precast - Insul	Walls	Basic Wall: Precast - Insul	4048 SF	0.42	1700.29
Basic Wall: Precast - Insul: 198				4048 SF		1700.29
Compound Ceiling: GWB on MI Stud						
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board	GWB on MI Stud	Ceilings	Compound Ceiling: GWB on	2592 SF	0.42	1086.80
Compound Ceiling: GWB on MI Stud: 1				2592 SF		1086.80
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board: 1058				874100 SF		367121.92
Grand total: 1058				874100 SF		367121.92

Taula de materials amb càlcul de costos.

APLICACIONS VERTICALS

Sobre el motor de Revit, hi ha en realitat tres aplicacions anomenades Revit Building (per al disseny d'edificis), Revit Systems (per al disseny d'instal·lacions) i Revit Structure (per al càlcul d'estructures). Cadascuna d'elles, té una eina que permet coordinar els canvis generats sobre el model a través de l'ús d'aquestes aplicacions per separat sobre un mateix model arquitectònic. Revit sempre ha tingut la vocació d'esdevenir una aplicació per al treball multidisciplinari, així que aquesta part de l' es de gran interès, ja que el més difícil del treball amb altres disciplines es detectar els canvis en el disseny que poden afectar a la nostra.

TREBALL EN GRUP

Revit permet el treball simultani de varis usuaris sobre un mateix model. Per a facilitar-ho, es poden assignar zones de l'edifici a usuaris determinats, de tal manera que la resta no pugui modificar-les. En general es treballa amb còpies locals del fitxer general, de tal manera que es pot treballar amb bases remotes fàcilment. També permet l'ús de referències externes, que poden estar en format de Revit o en qualsevol dels altres formats que es capaç de llegir.

ALTRES PRESTACIONS

A banda de tot el comentat aquí, hi hauria altres funcions que també mereixerien ésser exposades, però que no es desenvoluparan en aquest article, com ara:

- La capacitat de mostrar ombres sobre el les representacions i elaborar estudis d'il·luminació solar,
- Els filtres de visualització, per a mostrar objectes amb característiques comunes.
- El treball amb diferents opcions de disseny en el mateix model.
- El control dels vistos i els ocults en totes les representacions.
- Les eines per a modelat del terreny.
- Els objectes específics per a la creació d'estructures.
- El sistema de generació de plànols integrat a l'estructura del model de l'edifici.
- Els objectes per al càlcul d'àrees i volums d'estances.
- La edició de famílies de sistema a través del seu contorn.

CONCLUSIÓ

Autodesk Revit Building és una aplicació jove amb suficients virtuts com per ésser considerada molt seriosament en el món del BIM. Per una banda, hom coincideix en que es la més senzilla de fer anar de totes, la coherència de la seva estructura fa que es pugui començar a treballar sense un intensiva fase d'aprenentatge inicial, cosa que no passa amb les altres aplicacions. Es nota el treball que s'ha fet per reduir al màxim el nombre de funcions necessàries per al seu ús, tot emprant la mateixa comanda per a fer operacions similars encara que es donin en situacions diferents.

Per altra banda, el seu enfocament de generació de famílies paramètriques es única en el mercat, tot i que l'ús d'aquesta prestació sí que requereix un bon aprenentatge. Segurament és aquesta la característica més rellevant de Revit, ja que la sensació de control que es té sobre els objectes es realment gratificant. Per altra banda, el món de la generació paramètrica d'objectes com a eina de disseny, està en plena eclosió i Revit sembla voler pujar a aquest tren, No obstant, en aquest sentit hauria de millorar el sistema d'assignació de constriccions per tal de fer-lo més fàcilment editable i afegir algunes funcions al generador d'objectes.

En el cas de la generació de les anomenades famílies de sistema, com ara les parets, els sostres i les escales, el control de les seves característiques és força directe, però el resultat de la seva modificació sovint resulta difícil de preveure, ja que manca una previsualització en temps real dels canvis aplicats a l'objecte.

Un altre aspecte molt cuidat és el de la visualització de les representacions lineals, molt apreciades pels arquitectes pel nivell d'informació que ofereixen. El model es mostra exactament al mateix nivell independentment que es tractin de vistes dièdriques o axonomètriques., incloent-hi les ombres projectades. També les caixes de retall aplicades sobre el model tridimensional són un recurs molt immediat i de gran utilitat. Encara ha de millorar el seu rendiment i el control del punt de vista.

L'aplicació de renderitzat inclosa en el paquet, anomenada Accurender i també disponible per a AutoCAD és d'una gran facilitat d'ús i en està molt ben orientada, però es queda força enrere en comparació a les que ofereix la competència en aspectes com la il·luminació o la visualització del mapejat en temps real (actualment inexistent)

No obstant, amb l'actual versió del programa, l'API de programació s'ha millorat, la qual cosa es essencial per al desenvolupament de futures aplicacions de tercers que puguin implementar-me al model d'informació de Revit per a treballar amb paràmetres com els materials, les àrees de les cambres, la geometria, etc. Però el cert és que actualment, el nombre d'aplicacions per a Revit és ben escàs.

Una altre aspecte a millorar és la flexibilitat alhora de modelar formes no regulars. Per exemple, no es poden fer parets inclinades si no es associant-les a una massa, ni estirar els seus vèrtex per a crear-ne una d'irregular. També hi ha dificultats alhora de crear obertures, les quals no es poden disposar perpendicularment a la superfície de la paret. Per altra banda, el generador de sòlids funciona, però és força primitiu. ni tan sols arriba al nivell del d'AutoCAD.

Tampoc la biblioteca d'objectes que s'ofereix amb el programa es suficientment extensa ni la documentació d'ajuda prou desenvolupada. Tot i que l'existència de portals especialitzats pot arribar a compensar aquest aspecte, es responsabilitat del fabricant treballar per a oferir als usuaris una documentació extensiva i d'elevada qualitat que doni suport a l'usuari.

En conclusió, es tracta d'una aplicació moderna amb un plantejament fresc i molt interessant, però que encara ha de madurar en força aspectes. S'ha de reconèixer que algunes de les seves mancances també són presents en les aplicacions de la competència, però moltes no. De tota manera, tenint en compte l'entusiasme dels seus usuaris i el suport econòmic i estratègic d'Autodesk, es d'esperar que es segueixi desenvolupant satisfactòriament en els pròxims anys. Una altra avantatge és que degut a la seva relativa facilitat d'ús i aptituds pedagògiques, pot ser realment apropiat per al seu ús en docència, qüestió de gran importància e inevitable si realment, com sembla, les aplicacions BIM s'acaben fent indispensables.

APLICACIONS PER AL DISSENY PARAMÈTRIC DE MODELS ARQUITECTÒNICS.

BIBLIOGRAFIA.

FONTS DE DOCUMENTACIÓ.

La principals fons de documentació han estat les pàgines webs dels fabricants, les pròpies aplicacions i els seus manuals d'ús, les revistes i portals especialitzats i els fòrums de discussió o blogs d'usuaris que comparteixen les seves opinions i recursos.

FABRICANTS D'APLICACIONS.

<http://www.autodesk.com>: Web del fabricant de AutoCAD, Architectural Desktop i Revit.

<http://www.bentley.com>: Web del fabricant de Microstation i Microstation Architecture.

<http://www.graphisoft.com>: Web del fabricant de ArchiCAD.

<http://www.nemetschek.com>: Web del fabricant de Allplan.

<http://www.sketchup.com>: Web de Sketch-up, ara propietat de Google.

<http://www.informatix.co.uk>: Web del fabricant de Piranesi.

REVISTES ELECTRÒNIQUES ESPECIALITZADES.

<http://www.caddigest.com>. Revista sobre aplicacions CAD en general.

<http://aec.cadalyst.com>: Revista sobre aplicacions CAAD.

<http://www.aecbytes.com>: Revista sobre aplicacions CAAD.

<http://www.aecmag.com>: Revista sobre aplicacions CAAD.

<http://www.cadwire.net>: Revista sobre aplicacions CAD en general.

<http://www.aeccafe.com>: Revista sobre aplicacions CAAD.

PORTALS

<http://www.revitcity.com>: Portal de suport a usuaris de Revit.

<http://www.portallplan.com>: Portal i fòrum de suport als usuaris de Allplan.

<http://www.blogger.com>: Portal de blogs on residiesen varis blogs sobre CAD.

<http://www.cadbeyond.com>: Portal de recursos per a AutoCAD i Revit.

<http://www.ArchicadWiki.com>. Portal amb recursos per a ArchiCAD.

<http://www.todoarquitectura.com>: Portal de recursos per l'arquitectura.

<http://www.findarticles.com>: Centre de documentació amb milers d'articles sobre CAD.

BLOGS

<http://revitoped.blogspot.com>: Blog sobre Revit.

<http://revit-alize.blogspot.com>: Blog sobre Revit.

http://adt_blog.typepad.com: Blog sobre Architectural Desktop.

<http://rcd.typepad.com/rcd>: Blog sobre productes d'Autodesk per a l'arquitectura.

<http://dorevit.blogspot.com>: Blog sobre Revit.

<http://www.construblog.com>: Blog sobre aplicacions CAAD.

FÒRUMS:

<http://www.augi.com> : Fòrum per als productes d'Autodesk.

<http://discussion.bentley.com>: Fòrum per als productes de Bentley.

<http://www.portallplan.com>: Fòrum i portal de suport als usuaris de Allplan

<http://www.cadforum.cz>: Fòrum sobre CAD en general.

<http://archicad-talk.graphisoft.com>: Fòrum de suport als usuaris d'ArchiCAD.

